CONSIDERAȚII PRIVITOARE LA POSIBILE SEMNIFICAȚII ASTRONOMICE ALE ALTARULUI DE LA SARMIZEGETUSA REGIA

O serie de izvoare antice relatează despre unele preocupări cu caracter astronomic la daci. Ne-am propus să căutăm posibile urme ale unor astfel de activități în epocă, în principalul lor centru politic, economic și cultural, adică la Sarmizegetusa—Regia. Aceasta deoarece în nici o epocă istorică, un anume tip de cunoștințe nu a fost deopotrivă de răspîndit în aria socială de referință, cele mai avansate fiind rezervate unui mănunchi restrîns de cunoscători, cel mai adesea în vechime, cu un pronunțat caracter ezoteric. Ceilalți membrii ai comunităților sociale — adică marea majoritate — erau și ei depozitarii unui întreg sistem de observații pozitive, utilizate sub imboldul unor necesități practice — deci cu un pronunțat caracter utilitar — de tip pastoral și agricol, legate de anotimp — deci de perioadă de activitate socială —, de ciclul noapte-zi și de diviziunile sale, precum și de sărbătorile și tradițiile proprii, într-un cuvînt de armonizarea societății cu marile cicluri ale naturii.

Ar putea rezulta deci, că dacă dorim să găsim urmele acestor activități cu caracter astronomic, ele trebuie căutate în special acolo unde aceste grupuri de cunoscători își aveau centrele de activitate, sau în locurile — anume alese de ei — în care își manifestau — de regulă în cadrul unor ceremonii sau procesiuni — obiectul unor astfel de cunoștințe.

În cele ce urmează vom încerca să prezentăm unele argumente în sprijinul ipotezei că dacii au folosit și ei instrumentarul astronomic al epocii, adică gnomonul și cadranul solar, bazîndu-ne nu atît pe autoritatea unor istorici antici între care Herodot, Strabon sau Iordanes, cît pe realitatea fizică materializată în piatră într-un mod atît de original în incinta sanctuarelor cetății capitală*. Și nu în ultimul rînd pe „admirabilul soare de piatră“ cum îl numește Mircea Eliade (fig. 1).

1. Cadrul și locul. Deși cunoscut de localnici cu mult timp înainte, impresionantul complex de ruine al Sarmizegetusei-Regia din munții Orăștiei, intră în literatura de specialitate abia în primii ani ai secolului al XIX-lea, cînd s-a găsit aici marele tezaur de monede de aur Koson-Lysimachos. Din anii ce au urmat, în care perioadele de interes au alternat cu cele de nepăsare, doar ultimii 30, în special campaniile de săpături conduse de Constantin Daicoviciu, Hadrian Daico-

---

* Țin să mulțumesc și pe această cale tuturor celor care mi-au oferit prețiosul lor concurs la realizarea acestei lucrări. Sînt îndatorat mai ales Acad. prof. Nicolae Teodorescu și Acad. prof. Ștefan Pascu, care cu deosebită competență și amabilitate m-au îndrumat și sfătuit pe calea frumoasă dar grea a explorării trecutului nostru. O notă aparte pentru dr. Ioan Glodariu pentru sprijinul, materialele și informațiile de ordin arheologic pe care mi le-a acordat pe parcurs, precum și pentru observațiile esențiale făcute pe marginea manuscrisului lucrării. De asemenea mulțumesc, fostului meu profesor de astronomie conf. dr. Ieronim Mihăilă pentru verificările efectuate, precum și entuziastului cercetător și cunoscător al Munților Orăștiei, prof. Viorel Manolescu — Deva.

viciu și în prezent de Ioan Glodariu au dat la iveală structura cetății și a sanctuarelor, așa cum este ea cunoscută azi.

Este știut că, în drumul spre înțelegerea oricărei civilizații, o zonă hotărîtoare o formează tezaurul culturii ei materiale și spirituale. Ascuns încă în tăcerea monumentelor de piatră, în pofida atîtor demersuri științifice, în care cercetarea arheologică și calitatea acesteia au avut ponderea cea mai mare, universul spiritual al îndepărtaților noștri strămoși păstrează încă nu puține colțuri obscure. Credem că și de aceea, Constantin Daicoviciu scria în 1951: „...cercetări mai adînci vor fi în stare să împlinească și una din lacunele cele mai dureroase în ceea ce privește cunoașterea civilizației dacice și anume: *originalitatea* acestei civilizații înalte...“[1].

Interiorul cetății a oferit, se știe, un material foarte sărac pentru cercetări, cel puțin pînă în clipa de față. Cu totul alta este situația în incinta sacră, din preajma zidurilor cetății, unde s-au descoperit nu mai puțin de 10 sanctuare rotunde și dreptunghiulare — cel mai mare atingînd aproape 30 m în diametru — precum și un impresionant monument cunoscut sub numele de Soarele de Andezit și de care în continuare ne vom ocupa în mod special. De altfel descoperirile arheologice au arătat că aceste sanctuare nu reprezintă un caz singular în viața cultual-spirituală a geto-dacilor. Ele se mai întîlnesc și la Costești, Racoș, Brad, Barboși-Galați, Pecica, Fețele Albe, Bîtca Doamnei fără ca, desigur, să aibă amploarea și măreția celor de la Sarmizegetusa-Regia. Doar cel aflat în prezent în cercetările conduse de Ioan Glodariu și Florea Costea la Racoș—Brașov pare să se apropie ca dimensiuni de Marele Sanctuar Rotund de la Sarmizegetusa-Regia. Se regăsesc însă, peste tot configurațiile constînd din formațiuni dreptunghiulare de tamburi și stîlpi de piatră cît și cele de tip circular cu absida centrală orientată spre NV.

Descoperirile arheologice făcute pe întreg spațiul Daciei sînt întregite de izvoarele literare antice, care menționează că strămoșilor noștri nu le-au fost străine nici preocupări științifice în domenii foarte diverse: botanică, medicină sau astronomie.

Astfel Strabon (VII, 5, 3) vorbind despre getul Zamolxis spune că acesta „ar fi fost sclavul lui Pythagoras, și că ar fi deprins de la acesta unele cunoștințe astronomice, iar altă parte ar fi deprins-o de la egipteni“. Aceiași idee o întîlnim și la Porphyrios. Mai apoi Iordanes (Getica, 69—70), ne spune despre Deceneu că i-ar fi instruit pe daci, „demonstrîndu-le teoria celor 12 semne ale Zodiacului, le-a arătat mersul planetelor (...) cum crește și scade orbita lunii (...) și sub ce nume și sub ce semne cele 346 de stele trec în drumul lor cel repede de la răsărit pînă la apus spre a se apropia sau depărta de polul ceresc“.

II. Meridiana locului. Printre piesele cele mai originale și reprezentative ale sanctuarelor de la Sarmizegetusa-Regia este — am amintit — și altarul cunoscut sub numele de „Soarele de andezit“.

Iată cum îl descrie Hadrian Daicoviciu. „Pavajul e alcătuit dintr-un disc central cu diametru de 1,46 m și din 10 sectoare de cerc închipuind razele soarelui, fiecare avînd 2,76 m lungime; în felul acesta, întregul pavaj circular, avea un diametru de 6,98 m. Pe pavaj, la 45 cm de marginea lui, (și, deci, la 3,04 m de centrul discului — n.a.) sînt practicate scobituri dreptunghiulare de 10,5—11,5×5,6—8 cm, adînci de 3—4 cm. Distanța între două scobituri este de 15—18 cm. În unele din aceste scobituri s-a descoperit partea inferioară a unor piese de marmură albă

---

[1] C. Daicoviciu, Al. Ferenczi, *Așezările dacice din Munții Orăștiei,* 1951, p. 66.

dolomitică, în forma literei „T" (fig. 2). Fragmente de asemenea pietre au fost aflate şi lîngă pavaj"[2].

Nu s-a acordat pînă în prezent importanţa cuvenită unei alte părţi componente a Soarelui de andezit şi anume unei prelungiri formată din blocuri de andezit în lungimea totală de aproape 9,60 m şi a căror lăţime şi înălţime descreşte pe măsură ce ne îndepărtăm de discul propriu-zis. Vom numi în cele ce urmează acest şir de blocuri solidar la unul dintre capete cu discul, „raza Soarelui de andezit" nu numai pentru că aspectul sugerează o rază, o direcţie, ci şi pentru a sublinia apartenenţa acestei prelungiri la disc, într-un cuvînt pentru a evidenţia ansamblul disc-rază ca un tot unitar (fig. 3).

O serie de cercetări întreprinse în cursul anului 1979 de către un colectiv de astronomi şi etnografi (Prof. dr. Gh. Chiş şi prof. P. Mureşan) la Sarmizegetusa-Regia determinaseră o serie de direcţii precis orientate. „Astfel, linia centrelor 'Soarelui de andezit' şi a sanctuarului dreptunghiular indică precis direcţia Nord-Sud..."[3]. Nu este însă amintit şirul de blocuri în discuţie. Conform ipotezei avansate de autorul acestor rînduri în noiembrie 1984, în cadrul unor cercetări sub egida A.O.S.-R.S.R., această rază a Soarelui de andezit trebuia să indice nordul, respectiv şirul blocurilor ce o formează, împreună cu centrul discului să fie aşezate pe meridiana locului (fig. 4).

Trebuie însă verificată prezenţa razei de piatră pe meridiana locului. O abatere cît de mică, chiar de cîteva grade, ar fi scos raza de piatră din postura de „ac indicator" al direcţiei nord-sud. Pentru determinare am folosit unul din cele mai vechi instrumente astronomice ale antichităţii — gnomonul — o „tije" verticală căreia i se urmăreşte umbra. Cum se ştie, într-o zi oarecare a anului, la amiază, cînd gnomonul aruncă umbra sa cea mai scurtă, soarele are înălţimea cea mai mare, iar direcţia umbrei este riguros orientată pe direcţia nord-sud, marcînd meridianul locului. Pentru a mări gradul de precizie a determinării, deci momentul umbrei celei mai scurte, am calculat ora trecerii soarelui la meridianul locului, considerat a fi 23°18'32", cu ajutorul efemeridelor din „Anuarul Observatorului Astronomic Bucureşti" pe 1984 şi a corecţiei de timp datorită diferenţei de longitudine faţă de Bucureşti. Direcţia meridianului locului a coincis, conform aşteptărilor, cu direcţia dată de centrul discului Soarelui de andezit şi axa de simetrie a şirului de blocuri ce formează raza Soarelui de andezit (fig. 5). Cercetări independente, conduse de general ing. Vasile Dragomir, efectuate cu mijloace moderne, au obţinut aceleaşi rezultate: şirul de blocuri — „săgeata" — marchează meridianul locului. Una din problemele fundamentale ale amplasarii şi folosirii oricărui tip de observator astronomic din indiferent ce epocă istorică este determinarea meridianului locului de observaţie, respectiv a direcţiei N-S (meridiana). Odată stabilită şi apoi materializată în teren, solidar cu scoarţa terestră — prin indiferent ce modalitate — această orientare (N-S) rămîne invariabilă indiferent de cît timp a trecut de la trasarea ei, deoarece din punctul de vedere al unui observator terestru, precesia echinocţiilor schimbă doar aspectul cerului. După cum este cunoscut, piramidele egiptene, construite acum aproximativ 4500 ani, sînt orientate şi azi cu feţele pe direcţia N-S, respectiv E-V, cu o remarcabilă precizie — între 2'28" şi 5'30". Nu în ultimul rînd, însăşi aspectul ansamblului

---

2 H. Daicoviciu, *Dacia de la Burebista la cucerirea romană,* 1972, p. 216.

3 Gh. Chiş, P. Mureşan, *Elemente astronomice ale sanctuarului dacic de la Sarmizegetusa-Regia (Roumanie)* Comunicare prezentată la al XV-lea Congres internaţional de ştiinţe istorice, 1979; N. Teodorescu, Gh. Chiş, *Cerul o taină descifrată,* 1982, p. 54.

disc-rază, sugerează un uriaș indicator de piatră ce arată, de aproape 2000 ani, nordul — „polul ceresc" de care pomenește Iordanes. Desigur, utilizarea în sens astronomic a razei Soarelui de andezit și a discului acestuia pentru a indica nordul, precum și pentru alte determinări astronomice așa cum vom încerca să arătăm în continuare, nu exclude ci completează celelalte utilizări ale acestui impresionant monument, adecvat epocii istorice în care a fost construit și folosit.

III. Echinocții și solstiții. Oblicitatea eclipticii. Măsurătorile efectuate de Hadrian Daicoviciu pe discul Soarelui de andezit au evidențiat prin diametrele cercurilor respective, trei lungimi și anume: raza cercului central (0,73 m), raza cercului cu Te-uri (3,04 m) precum și raza propriu-zisă a discului (3,49 m). Pentru a vedea dacă aceste dimensiuni reprezintă sau nu o rezultantă a unor considerente de ordin arhitectural sau cultual, sau sînt o limită a unor capacități constructive vom apela tot la gnomon. Cum știm, distanța zenitală Z a Soarelui[4] în momentul trecerii la meridian este dată de relația: $\mathrm{tg}Z = U/h_G$, unde U este lungimea umbrei gnomonului și h_G înălțimea acestuia.

În vechime se puteau determina astfel epocile solstițiilor, observînd momentele la care variația distanței zenitale Z, de la o zi la alta, se anula schimbîndu-și semnul. De asemenea din distanțele zenitale observate puteau rezulta valorile înclinării eclipticii[5] și latitudinii locului[6]. În felul acesta au determinat astronomii chinezi, acum 3000 de ani, și după ei astronomii eleni și chiar astronomii secolului al XVI-lea înclinarea eclipticii și latitudinea locului. Faptul că, în momentul trecerii Soarelui în punctul γ, declinația este nulă permitea determinarea, cu aproximație suficientă pe vremea aceea, a datei și orei echinocțiului. Făcînd asemenea determinări ale echinocțiilor pe intervale de un număr de ani și măsurînd zilele și orele care separau două treceri succesive ale soarelui în punctul γ, astronomii antici au dedus durata anului tropic mijlociu, adică durata intervalului de timp ce reglementează succesiunea anotimpurilor[7].

Observații astronomice efectuate de-a lungul veacurilor au arătat că ecliptica nu păstrează o înclinație constantă pe planul ecuatorului ceresc. Aceasta variază foarte puțin, în sensul micșorării unghiului cu 47″,6 pe secol. Pentru a putea, deci, calcula distanțele zenitale Z_1 și Z_2, pe care le avea soarele la cele două solstiții — de vară și de iarnă — acum aproximativ 1900 de ani, adică în jurul datei cînd se presupune că au fost construite și folosite sanctuarele, va trebui să corectăm valoarea actuală a oblicității mijlocii a eclipticii. Efectuînd corecția necesară

---

[4] Distanța zenitală Z este unghiul pe care îl face verticala locului cu direcția la soare (N. Abramescu, *Lecțiuni de cosmografie*, 1923, p. 3).

[5] Înclinarea (oblicitatea) eclipticii este unghiul pe care îl face planul eclipticii (care este planul mișcării anuale aparente a soarelui) cu planul ecuatorului ceresc. (idem, *op. cit.*, p. 63).

[6] Latitudinea locului este egală cu înălțimea polului ceresc deasupra orizontului acelui loc. (idem, *op. cit.*, p. 30).

[7] Practic, dacă umbra cea mai scurtă dintr-o zi oarecare corespunde amiezii (trecerea soarelui la meridian), umbra cea mai scurtă a anului determină solstițiul de vară, dată la care avem cea mai lungă zi și cea mai scurtă noapte — aproximativ 21 iunie —; de asemenea, cea mai lungă umbră dintr-un an determină solstițiul de iarnă cînd avem cea mai scurtă zi și cea mai lungă noapte — aproximativ 22 decembrie —. Mai există în drumul aparent al soarelui pe ecliptică încă două puncte în care acesta intersectează ecuatorul ceresc, deci declinația sa este nulă, notate γ și ω, tot opuse, numite echinocții, de primăvară — aproximativ 21 martie — și de toamnă — aproximativ 23 septembrie — momente cînd ziua este egală cu noaptea. Între aceste patru puncte importante ale eclipticii se înșiruie cele patru anotimpuri cunoscute la latitudinea noastră: primăvara, vara, toamna și iarna (G. Petrescu, *Astronomie elementară*, 1952, p. 188, 204).

(nota de calcul nr. 1) vom obține $\varepsilon = 23°42'$. Nu știm însă cît de corect a fost ea măsurată atunci și deci ce valoare era folosită în calcule. În acest sens menționăm că Hiparc și Ptolemeu admiteau pentru ε o valoare ceva mai mare, respectiv 23°50'. Pe de altă parte cercetările arheologice au scos la lumină o serie de cadrane solare din acel timp — sec. I î.e.n.—sec. I e.n. — e drept fragmentare, dar care au permis determinarea latitudinii pentru care au fost construite, tipul de cadran, precum și înclinația eclipticii luată în considerare. Între acestea citām L2023MNA descoperit la Histria (φ cadran = 44°31'), pe cel de la Cumpăna lîngă Constanța (φ cadran = 44°10'), precum și cel de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa (φ cadran = 45°30'). Calculele au arătat că toate aceste cadrane au un element comun: valoarea de 24° pentru înclinația eclipticii[8]. În continuare, cu aceste considerații vom presupune prin ipoteză, că determinarea unor valori de 24° pentru înclinația eclipticii ε și de 45°40' pentru latitudinea sanctuarelor φ, reprezintă posibilități „tehnice“ reale ale epocii. Dacă apoi tratînd distanțele înscrise pe disc (inclusiv diametrul acestuia și lungimea razei de piatră) ca mărimi de calcul pentru determinarea prin metodele vremii (gnomon) a punctelor solstițiale, echinocțiale și a oblicității eclipticii nu vom ajunge la o contradicție cu ipoteza, vom avea temeiuri să credem că presupunerea făcută este corectă.

Să considerăm un gnomon care are înălțimea h_G egală cu raza cercului pe care sînt marcate scobiturile (piesele „T“ de marmură) și care este egală cu 3,04 m, rază care, dat fiind utilizările cercului cu Te-uri, o considerăm ca reprezentativă. Calculînd lungimile umbrelor acestui gnomon la cele două solstiții și făcînd diferența între aceste umbre (nota de calcul nr. 2), deci determinînd distanța pe care se mișcă vîrful umbrei într-o jumătate de an, vom obține o dimensiune care constatăm că este egală practic cu diametrul discului Soarelui de andezit, respectiv cu 6,98 m (eroarea este de 0,2%). Acesta este primul indiciu că dimensiunile discului de andezit precum și ale cercului pe care sînt poziționate scobiturile (cu piesele în formă de T) nu sînt întîmplătoare; între ele există o legătură concretizată în următorul enunț: *diametrul Soarelui de andezit reprezintă diferența între lungimile umbrelor aruncate la cele două solstiții, de vară și de iarnă, de un gnomon cu înălțimea egală cu raza cercului pe care sînt poziționate piesele de marmură în forma literei T.*

Se observă că nu s-a apelat la o unitate de lungime exterioară sistemului — străină de disc — ci s-a folosit una proprie, reprezentativă și ca marcaj în epocă, raza cercului cu Te-uri.

Să analizăm în continuare dimensiunile furnizate de Soarele de andezit (fig. 6 și 7) și anume raportul dintre raza cercului central și raza discului. *Acest raport* (nota de calcul nr. 3) *permite determinarea valorii oblicității eclipticii pentru acum aproximativ 1900 ani, adică pentru epoca în care s-au construit sanctuarele, numai cu elementele discului* și nu cu ajutorul corecției de 47",6/secol cum am procedat la nota de calcul nr. 1 ($\varepsilon = 23°40'$ prin raportul razelor și $\varepsilon = 23°42'$ prin metode moderne, de azi). Această simplă observație ne permite să conchidem că nici dimensiunea cercului mic central — cu diametrul de 1,46 m nu este întîmplătoare. În terminologia de astăzi, dacă considerăm punctul H ca fiind polul ecliptic, avem în față o proiecție stereografică a acestuia pe planul ecuatorului (fig. 7 b, c, d). Apariția unui asemenea termen în acest context, nu credem că este de natură să stîrnească semne de întrebare. Acest tip de proiecție,

---

[8] C. Ionescu, *Contributions a l'etude des cadrans solaires antiques*, în Dacia, N.S., XIV, 1970, p. 119—137.

care presupune un observator plasat în punctul N (numit punctul de vedere) și care privește spre nord sfera cerească, proiectînd-o pe planul ecuatorului ceresc — operațiune care păstrează unghiurile dintre aștri, dar micșorează distanțele dintre ei — a fost descoperită de Hiparc, unul din cei mai mari astronomi ai antichității, în secolul III î.e.n. și, deci, era cunoscută în epocă cu aproximativ 200 de ani înainte de data cînd considerăm că a fost construit Soarele de andezit. Tot acest tip de proiecție a dus și la construirea faimosului „astrolab plan" folosit de Hiparc, numit de asemenea și „instrument universal" datorită nenumăratelor utilizări pe care le avea[9].

IV. Analema. Ajunși aici, după ce am constatat materializarea direcției nord-sud (meridiana locului) prin acel șir de blocuri în formă de săgeată, apoi prezența unui traseu egal cu diferența umbrelor solstițiale ale unui gnomon (prin diametrul discului) precum și marcajul în piatră a unghiului de înclinație a eclipticii pe ecuatorul ceresc într-o manieră extrem de simplă și ingenioasă, ne putem întreba dacă nu avem în față elementele unui cadran solar sau ale altui instrument astronomic al timpului, caz în care, prin funcțiunile sale, ar trebui să apeleze la cunoștințele astronomice ale vremii. Pentru a vedea care sînt acestea din urmă este necesară o incursiune în textele antice din epocile contemporane și anterioare construirii sanctuarelor. Din păcate acestea nu păstrează detalii constructive pentru cadranele solare sau analemele acestora. Sărăcia izvoarelor originale însăși este compensată în parte de scrierile lui VITRUVIU, arhitect roman care a trăit în secolul I î.e.n. Vom reda în continuare un remarcabil citat din tratatul acestuia „Despre arhitectură", mai precis din cartea a IX-a intitulată „Despre măsurarea timpului"[10]: „În timpul echinocțiului, cînd soarele se mișcă în Berbec și în Cumpănă, dacă gnomonul e împărțit în nouă părți, sub înclinarea pe care o are cerul la Roma, sub efectul razelor soarelui el face o umbră egală cu 8 părți. În același timp, la Atena, umbra este mare cît trei din patru părți ale gnomonului; la Rodos, 5 din 7; la Tarent, 9 din 11; la Alexandria, 3 din 5. Și în toate celelalte locuri, umbrele echinoxiale ale gnomoanelor se află a fi lăsate de natură fiecare cu altă măsură".

După ce descrie o parte din componentele sferei cerești, Vitruviu continuă: „Apoi, din circumferința întreagă se ia *a 15-a parte* și așezînd un vîrf de compas pe linia de circumferință a locului în care raza echinoxială taie această linie, unde va fi litera F, să se facă semne în dreapta și în stînga, unde sînt literele G și H. Apoi, plecînd din centrul A să se tragă prin aceste puncte două linii, prelungindu-se pînă la linia de pămînt, unde vor fi literele R și T. Acestea vor fi razele soarelui: una de iarnă, cealaltă de vară. (...) Și de la litera G o linie paralelă cu axa se va duce pînă la extremitatea din dreapta a semicercului, unde va fi litera H. Această linie paralelă e numită *locothomus*. Apoi, cu piciorul așezat în locul unde raza echinoxială taie această linie Gh, unde va fi litera D, să se traseze — cu o rază egală cu distanța de la litera D, unde e centrul echinoxial, pînă unde raza de vară taie circumferința, unde e litera H — o circumferință care va fi cercul lunilor, numit *Menaeus*. Astfel se face traseul analemei" (fig. 8).

După cum este ușor de observat, analema reprezintă o proiecție ortografică a sferei cerești pe planul meridian. În afara curbelor fundamentale se pot trasa pe cadran și alte curbe pentru oricare din zilele anului, cum ar fi de exemplu intrarea soarelui în constelațiile zodiacale, începutul lunilor anului sau alte date importante. Dacă acestea se trasează de la un cap la altul al cadranului, se obține

[9] *Știința antică și medievală* (sub conducerea lui R. Taton), 1970, p. 365.
[10] Vitruviu, *De arhitectura*, IX, VII.

aspectul unei „pînze de paianjen", construcția „păianjenului" fiind atribuită de Vitriviu lui EUDOXIU sau lui APOLLONIUS.

Pe analemă, cercul numit de Vitruviu, „menaeus" — sau cercul lunilor — reprezintă ecliptica, limitată de cele două plane ale tropicelor. În timp ce soarele descrie mișcarea sa aparentă de la solstițiul de vară la cel de iarnă, punctul care îi corespunde pe „menaeus", descrie arcul GH. În consecință, pentru a obține curba unei zile oarecare, este suficient să împărțim menaeus-ul într-un număr de arce egal cu numărul zilelor dintr-un an, caz în care fiecărei diviziuni îi corespunde o zi precisă.

În același mod, „menaeus-ul" poate fi împărțit și în 360° (sau în alte unități), caz în care putem obține poziția pe ecliptică a soarelui măsurată în grade, raportată la un punct, de exemplu solstițiul de vară, notat cu H.

V. Menaeus-ul pe disc. Așadar, pentru a obține unghiul de înclinație al planului eclipticii pe planul ecuatorului ceresc, unghi pe care-l consideră egal cu 24°, Vitruviu împarte circumferința sferei cerești în 15 părți. Într-adevăr: $360° : 24° = 15$. Unind apoi extremitățile a două astfel de arce — de câte 24° fiecare — extremități notate cu G și H, obține diametrul menaeus-ului, care închide un unghi de $2° \times 24° = 48°$ adică atît cît variază declinația soarelui de la $-24°$ la $+24°$.

Revenind la fig. 7 să calculăm raportul dintre lungimea circumferinței discului și diametrul cercului central. Notînd cu L_{CD} = lungimea circumferinței discului, R_D = raza discului, D_{CC} = diametrul cercului central și R_{CC} = raza cercului central, vom obține:

$$\frac{L_{CD}}{D_{CC}} = \frac{2\pi R_D}{D_{CC}} = \frac{2 \times 3{,}49 \times 3{,}14}{1{,}46} = \frac{21{,}928}{1{,}46} = 15{,}02 \simeq 15$$

deci același rezultat ca la Vitruviu, ceea ce ne permite să conchidem că *pentru a obține a 15-a parte a circumferinței discului, vom marca pe aceasta un arc de cerc egal cu diametrul cercului central.*

Tot din fig. 9a observăm însă, că discul ne permite un alt calcul, mai exact și anume: dacă vom lua simetricul punctului H față de NF și-l vom nota cu G, unghiul GAH astfel obținut va fi de două ori unghiul FAH, unghi care măsoară 23°40′, valoare mai apropiată de configurația planelor fundamentale de acum aproximativ 2000 de ani, decît valoarea de 24° folosită de Vitruviu (vezi și fig. 8). Dreapta GH, determinată astfel de discul de andezit, nu este altceva decît diametrul menaeus-ului. Odată obținut acest diametru — după cum observăm numai cu ajutorul elementelor existente pe disc, deci cu nici un element exterior acestuia — nu ne rămîne decît să trasăm menaeus-ul pe Soarele de andezit, centrul acestuia, punctul D, și raza lui, DG sau DH, fiind gata construite atunci cînd am luat G simetric cu H. Evident vom trasa pe disc numai jumătate din cerc, suficient însă pentru a urmări pe acesta o variație de $180° \times 2 = 360°$ (de la G ajungem la H și apoi ne întoarcem la G, pe același arc de 180°). Avînd arcul GH astfel trasat, există posibilitatea de a determina poziția soarelui pe ecliptică pentru o zi oarecare din an, conform metodologiei descrise de Vitruviu. Să presupunem cunoscută declinația δ pe care o are astrul zilei în această zi oarecare (fig. 9a). Cu vîrful în A și o latură pe AF, cealaltă latură a unghiului intersectează marginea discului în punctul „a".

Conform principiului analemei vom duce prin „a" o dreaptă paralelă la linia echinocțială. Aceasta va intersecta menaeus-ul discului în punctul „b", punct ce marchează poziția soarelui pe ecliptică pentru declinația dată δ. Pentru a marca

unghiul pe care-l face această poziţie ca un punct origine (pe desen acest punct s-a considerat solstiţiul de vară H), vom uni punctul „b" cu centrul menaeus-ului şi-l vom măsura pe λ de la diametrul GH.

Se observă că, pornind de la elementele stabilite pînă acum, dacă am folosi în continuare metodele descrise de Vitruviu, *am putea reconstitui analema pe discul de andezit în totalitatea ei*, inclusiv arcele diurne ale soarelui, deci şi orele — pentru orice zi din an.

De-a lungul timpului suprafaţa de recepţie a umbrei soarelui, pornind la început de la suprafaţa plană, a trecut prin forme foarte variate. Citäm din nou pe Vitruviu: „Se zice că BEROSUS caldeeanul a născocit hemiciclul săpat într-un bloc cubic de piatră şi tăiat după aplicarea axei lumii". (Este vorba de „Hemicyclium excavatum" cu suprafaţa de recepţie a umbrei semicilindrică". „ARISTARH din Samos a inventat cupa sau hemisfera şi tot el *discul în platformă*. Este vorba de unul din cele mai perfecţionate cadrane-orologii ale antichităţii cunoscut sub numele de „Schape" sau „Hemisphaerium excavatum" — o cavitate semisferică săpată într-un bloc cubic (fig. 9 b, c). Vîrful stylului (tot o tije) corespunzînd centrului sferei, arcele de cerc descrise de soare în spaţiu se reproduc simetric cu ele însele pe cavitatea emisferică. Se mai cunosc de asemenea suprafeţe de recepţie conice, diedre — intrînde sau ieşinde, etc. Revenind la cadranele sferice, poziţia umbrei vîrfului stylului determină *direct* pe suprafaţa de recepţie poziţia punctului notat cu „a" în fig. 9a, deci implicit declinaţia pe care o are soarele în momentul considerat şi pe care am presupus-o cunoscută la determinarea poziţiei soarelui pe ecliptică, situaţie pe care nu o întîlnim însă la disc. Pentru aceasta va trebui să tratăm în continuare ansamblul disc-raza de piatră, ansamblu ale cărui componente (discul şi raza) le-am tratat pînă acum izolat. Vom reţine însă metoda din fig. 9a ca pe o metodă posibilă de aplicat pe disc, cel puţin în sensul că ea poate constitui o dovadă că ne aflăm în faţa unui dispozitiv antic cu utilităţi astronomice, dovadă asupra căreia vom avea ocazia să mai revenim.

VI. Discul şi raza de piatră. Pentru a depăşi nedeterminarea $\lambda - \delta$, respectiv faptul că nu putem calcula deocamdată pe disc nici poziţia pe ecliptică λ şi nici declinaţia δ a soarelui în mod independent, ci doar pe una în funcţie de cealaltă, vom reformula problema într-un alt mod. Este de bănuit că am putea rezolva nedeterminarea în cazul că am găsi şi pe discul de andezit sau pe raza de piatră — sau chiar pe amîndouă — marcaje care să corespundă cu mişcarea umbrei unui gnomon sau a unui styl, un marcaj care să redea deci, într-un fel sau altul, mişcarea soarelui. Am văzut mai sus că ansamblul disc-rază posedă un element orientat prin construcţie pe direcţia N-S, acesta fiind raza de piatră, acel şir de 16 blocuri în lungime totală de aproape 9,60 m. Variaţia lungimii umbrei meridiane a unui eventual gnomon putea fi deci urmărită de-a lungul acestei raze de piatră, ce oferă nu numai direcţia necesară (N-S), marcată prin construcţia antică, ci şi un traseu suficient de lung pentru a avea un grad ridicat de precizie al determinărilor. Acest traseu ar putea reprezenta atunci drumul parcurs de vîrful umbrei gnomonului într-o jumătate de an, în ipoteza că acesta s-ar mişca numai pe lungimea razei de piatră şi, deci, punctul solstiţial de iarnă Si ar fi în vîrful razei de piatră, iar cel de vară Sv la baza ei, în punctul de racord al acesteia cu discul. Pentru a calcula înălţimea gnomonului a cărui umbră se putea deplasa de la un capăt la altul al razei de piatră, calculele pe care le vom prezenta, vor fi conduse în paralel: pe coloana din stînga se vor prezenta calculele cu valorile

exacte din epocă, (să nu uităm, cadranul trebuie să furnizeze date cît de cît exacte), iar pe coloana din dreapta calculul cu valorile acceptate — și de circulație — în epocă; vom compara apoi rezultatele obținute (nota de calcul nr. 4). Ținînd cont în aprecierea rezultatelor că vîrful umbrei gnomonului este greu de localizat precis, din cauza penumbrei[11] și considerînd cele ce urmează și ca un proces de iterație[12] vom folosi în calculele noastre și mărimea dată de Hiparc și Ptolemeu pentru oblicitatea eclipticii, adică 23°50'. În ceea ce privește latitudinea φ, în ipoteza folosirii unui gnomon în incinta sanctuarelor, aceasta putea fi redată tot printr-un raport — așa cum o dă Vitruviu (vezi pag. 8) — între umbra echinocțială și înălțimea gnomonului; la Sarmizegetusa-Regia 50 părți pentru gnomon și 51 părți pentru umbră, deși, cum vom vedea în continuare, există și alte metode tot atît de simple, pe disc. Calculele conduc pentru cele trei combinații de valori la rezultate care sînt practic egale: 4,224 m, 4,246 m și 4,221 m. Vom folosi deci pentru gnomonul (notat cu G_3), a cărui umbră se deplasează între cele două solstiții, de vară și de iarnă, pe întreaga lungime a razei de piatră, înălțimea de 4,22 m; $h_{G3} = 4{,}22$ m.

Această opțiune este sprijinită și de o altă constatare: dacă adunăm raza discului cu raza cercului central obținem: $R_D + R_{CC} = 3{,}49 + 0{,}73 = 4{,}22$ m, adică tot atît cît măsoară și înălțimea pe care am determinat-o pentru gnomon (fig. 10a). Acest fapt duce la concluzia că această înălțime de 4,22 m a fost marcată în piatră prin însăși unele din rațiunile care au stat la baza construirii monumentului, fiind totodată prima dovadă a unei legături funcționale între discul propriu-zis și raza de piatră. Mai rezultă că fiind înscrisă pe disc, deci o formă „neperisabilă" de înregistrare a informației, această dimensiune era accesibilă oricărui eventual „operator" — fie el sacerdot sau laic —, gnomonul netrebuind să fie păstrat într-un loc anume, deoarece era lesne de reconstituit pe loc.

VII. Cercul cu Te-uri. O nouă dovadă a legăturilor funcționale dintre disc și rază, se obține comparînd lungimea cercului marcat cu piese T din marmoră, cu dublul lungimii razei de piatră, adică cu distanța pe care o parcurge vîrful umbrei gnomonului într-un an întreg; în notațiile folosite vom obține:

— Lungimea cercului cu Te-uri: $L_{CT} = 2\pi \times R_{CT} = 2 \times 3{,}14 \times 3{,}04 = 19{,}10$ m
— Dublul lungimii razei de piatră: $2 \times L_{RP} = 2 \times 9{,}55 = 19{,}10$ m

Rezultă că cele două dimensiuni sînt practic egale, deci lungimea cercului cu Te-uri este egală cu de două ori lungimea razei de piatră: $L_{CT} = 2L_{RP}$. Faptul că un parcurs rectiliniu este egal ca mărime cu un parcurs circular, ne poate sugera modul în care mișcarea soarelui (în aparență în înălțime, între solstițiul de vară — soarele sus, zile lungi — și solstițiul de iarnă — soarele jos, zile scurte — deci de fapt mișcarea într-un an pe ecliptică), se poate transforma, extrem de simplu, într-o mișcare rectilinie — pe raza de piatră — cu ajutorul umbrei gnomonului — și apoi într-o mișcare circulară marcată pe disc cu piese T de marmoră, circumferință egală cu traseul umbrei într-un an tropic. (fig. 10 b, c). Datorită acestei egalități cercul cu Te-uri poate fi considerat ca reprezentînd unul din marcajele ce redau mișcarea soarelui pe disc, adică ceea ce ne-am propus să găsim pentru a depăși nedeterminarea $\lambda - \delta$. O serie de argumente ne

[11] Eroarea determinată de faptul că ambele umbre nu se măsoară pe deplin exact, poate atinge 5% chiar dacă soarele nu se află prea jos.

[12] Iterația este un proces de repetare — a unui calcul — în vederea obținerii unei valori cît mai exacte pentru o mărime oarecare.

fac însă să credem că nu vom reuși să găsim cu ajutorul acestui cerc marcaje unghiulare — de tipul celor care le căutăm. Deși egalitatea $L_{CT} = 2L_{RP}$ ne sugerează amplasarea pe circumferința cercului cu Te-uri a unor arce egale cu umbrele gnomonului la diferite momente — la sfîrșitul unui an tropic suma acestor arce ar da lungimea cercului — și admițînd în plus că am avea și metoda de a calcula apoi pe λ sau pe δ, cunoștințele cu care creditām epoca și pe utilizatorii cadranului solar, în cadrul ipotezelor de față, nu ne permit construirea acestor arce. Aceasta, deoarece pe de o parte am exclus — în mod implicit — folosirea lui π iar pe de altă parte nu avem pînă în prezent o dovadă că dacii cunoșteau moirele și leptele[13] lui Hiparc[14], utilizabile pentru a construi arce de cerc cu ajutorul coardelor. Cu toate acestea considerăm că problema poate rămîne deschisă *în ipoteza unor metode necunoscute nouă*. În acest sens semnalăm posibilitatea de a determina poziția punctelor echinocțiale pe cercul cu Te-uri, fără a „amplasa" pe acesta arce egale cu umbrele gnomonului. Astfel, un arc de cerc cu raza egală cu ipotenuza unui triunghi dreptunghic ce are drept catete raza discului și raza cercului central, intersectează cercul cu Te-uri în punctele Ec și Ec', (fig. 10d) cu o eroare de cîțiva centimetri (nota de calcul nr. 5). Considerațiile de mai sus, lungimile egale ale celor două trasee, din care unul se parcurge într-un an tropic, precum și faptul că cercul cu Te-uri este marcat cu elemente discontinui (piese T), ne fac să considerăm că pe acest cerc există marcaje de timp și nu unghiulare, controlabile și ele prin mișcarea umbrei gnomonului. În această ipoteză, devine necesară determinarea numărului de piese T de pe cerc, acesta reprezentînd, probabil, un număr de perioade ce determina anul tropic în viziunea celor ce au construit ipoteticul cadran solar. Această problemă a preocupat în ultimii 20 de ani un mare număr de cercetători ale căror rezultate sînt relativ apropiate. Astfel K. Horedt, G. Horedt și A. Popa în anul 1966 optează pentru 68 Te-uri[15]. Mai apoi, Dinu Antonescu[16] reconstituie discul cu 71 Te-uri pentru ca Pompei Mureșan să considere că sînt 72; în fine monumentul a fost restaurat cu 67 piese T. Împărtășim părerea celor care au considerat că a existat — în ipoteza că piesele T de marmoră au fost amplasate pe întreaga circumferință a cercului, un număr fără soț de Te-uri. Acest fapt este simplu de demonstrat (fig. 11, 12). Dacă poligonul obținut unind centrele scobiturilor de pe cerc, are un număr fără soț de vîrfuri deci un număr fără soț de Te-uri, atunci, dacă unim centrul unei scobituri cu centrul discului și prelungim această dreaptă, diametrul astfel obținut trebuie să treacă *printre* alte două vîrfuri ale poligonului; faptul se confirmă în teren — evident pe porțiunea nerestaurată a monumentului. Încercarea de a determina numărul Te-urilor din considerente geometrice are următoarele rezultate. Împărțind lungimea cercului cu Te-uri la distanța minimă dintre scobituri, la cea maximă precum și la cea medie și apoi eliminînd numerele cu soț precum și capetele intervalului analizat, obținem: 69, 71, 73, interval ce conține și opțiunile altor cercetători. Din acest moment considerațiile geometrice nu ne mai sînt de nici un folos și trebuie să apelăm la alte criterii. Cel calendaristic,

---

13 Hiparc împărțea cerul în 360° iar diametrul în 120 de părți, considerînd 1/120 D ca unitate cu ajutorul căreia el exprima lungimile coardelor. Părțile cercului și diametrului se numeau moire. Fiecare moiră, atît a cercului cît și a diametrului, era împărțită în 60 de lepte primare.

14 N. Teodorescu, Gh. Chiș, *op. cit.*, p. 75; *Știința antică și medievală*, p. 346.

15 K. Horedt—G. Horedt, în *Tribuna*, X, 52 (517), Cluj, 1966, p. 6; A. Popa, în *Tribuna*, X, 52 (517), Cluj, 1966, p. 7.

16 D. Antonescu, *Introducere în arhitectura dacilor*, 1984, p. 70.

de exemplu, l-ar susține pe 73 deoarece 73 × 5 = 365 număr ce reprezintă o foarte bună aproximație pentru numărul zilelor dintr-un an. Deci marcînd la 5 zile un T pe disc, s-ar obține la epuizarea marcajelor un an de zile, evident sub controlul mișcării umbrei gnomonului ceea ce ar permite eventuale corecții. Fără a dezvolta în continuare această idee, am amintit-o deoarece pe timp noros, cu marcajele T se putea simula pe disc mișcarea unui soare mijlociu fictiv, aceasta corectîndu-se la apariția soarelui adevărat, deci la reapariția umbrei gnomonului. Spațiul restrîns nu ne permite să prezentăm modalitățile în care celelalte valori ale intervalului permit generarea unui calendar, de altfel problema calendarului nefăcînd obiectul studiului de față.

Mai adăugăm că fiecărei piese T poziționate pe disc, corespunzător cu mișcarea umbrei pe raza de piatră sau cu numărul de zile scurs de la un anumit moment, i-ar fi putut corespunde un număr de piese în unele din sanctuarele înconjurătoare, uriașul „mecanism de piatră" — posibil a se afla aici — fiind astfel pus „în mișcare" cu ajutorul soarelui. Existența unor astfel de corespondențe, în special între Te-uri și raza de piatră, poate fi susținută și de prezența unor marcaje pe blocurile razei de piatră precum și pe unele din piesele T de marmură ce alcătuiau cercul în discuție.

VIII. Punctele echinocțiale. Deoarece conform principiului de funcționare al dispozitivului $2L_{RP} = L_{CT}$ datele din realitatea fizică — respectiv poziția soarelui pe ecliptică — se transformă întîi în mișcarea umbrei pe raza de piatră, vom continua analiza noastră tot cu această parte a monumentului. Stabilind prin ipoteză punctele solstițiale la capetele ei, vom determina în continuare poziția punctului echinocțial precum și lungimile umbrelor gnomonului G_3 = 4,22 m la solstițiul de iarnă și la cel de vară. Obținem (nota de calcul nr. 6) următoarele valori: USv = 1,69 m; UEc = 4,32 m; USi = 11,24 m. Deoarece punctul solstițial de vară este la marginea discului (fig. 9c) la echinocții gnomonul aruncă pe raza de piatră o umbră în lungime de UEc—USv = 4,32—1,69 = 2,63 m.

Deoarece suma lungimilor primelor 4 blocuri, numărînd de la disc, este egală cu 2,28 m, iar a primelor 5 blocuri cu 2,91 m, rezultă că punctul echinocțial este poziționat undeva pe blocul 5 (fig. 13). Privind acest bloc de la E la V, pe fața sa laterală, la o distanță de aproximativ 35 cm de capătul dinspre disc al blocului se află două semne paralele, săpate în piatră, fiecare de forma literei I fără barele superioare („II"). Dacă adunăm la lungimea blocurilor 1—4 distanța dintre capătul blocului 5 și cele 2 semne („II"), obținem[17]: 2,28 + 0,36 = 2,64 m, lungime practic egală cu distanța de la disc la punctul echinocțial Ec, adică cu 2,63 m. Constatăm astfel că cele două semne „II" de pe fața blocului 5, puteau să folosească drept marcaj pentru punctul echinocțial Ec în deplasarea umbrei gnomonului G_3 de-a lungul șirului de blocuri ce formează raza de piatră. Măsurători repetate la acest punct, efectuate pe o perioadă mai lungă de timp, ar fi putut duce la determinarea anului tropic.

Analizînd în continuare și celelalte blocuri, se constată că marcajele de pe blocul 5 nu sînt singurele. Păstrînd sensul de numărare de la disc spre capătul șirului, marcaje de tipul „II" se mai găsesc pe aceiași parte a blocurilor 3, 8 și 12, pe partea superioară a blocului 9, precum și pe partea de vest a blocului 7. De-

[17] S-au scăzut cei aproximativ 5 cm care formează rostul actual dintre blocurile 4 și 5, evident un rost din deplasarea ulterioară a acestora. Chiar admițînd că el a existat în construcția originală, rezultă în acest caz o eroare de 1,8%, cu mult mai mică decît eroarea de măsurare a umbrei unui gnomon, care am văzut că poate atinge 5%.

teriorarea avansată a blocurilor 13, 14, 15 și în special 16, nu ne permite să constatăm dacă acestea au avut sau nu vreun marcaj. De asemenea nu credem că aceste semne au fost executate pentru a se scobi în dreptul lor lăcașuri pentru „babe" de tipul celor ce se află pe blocurile 2, 4, 6 și 8, deoarece blocul 8 are și lăcaș pentru babă și marcaj de tip „II" (fig. 13, 14, 15, 16 și 17). Faptul că astfel de marcaje se găsesc pe un traseu pe care se deplasează umbra unui gnomon cît și coincidența semnelor de pe blocul 5 cu punctul echinocțial Ec (pentru același gnomon), ne fac să bănuim că și restul marcajelor se pot referi la anumite poziții ale umbrei de pe traseu, corespunzînd anumitor momente în mișcarea soarelui de-a lungul unui an întreg (an tropic), momente ce prezentau o anume importanță pentru anticii constructori ai monumentului. Împărțirea umbrei unui gnomon s-a practicat în antichitate și chiar după aceea, nu numai în lumea clasică ci și chiar în afara acesteia, mergînd chiar pînă la locuitorii insulelor mărilor de sud[18]. Astfel în Java, umbra meridiană dintre solstiții era împărțită în 6 părți; cînd ea ajungea la unul din aceste puncte de diviziune, preotul anunța începutul unei noi secțiuni a anului.

Pentru o astfel de eventualitate, vom analiza în continuare, în contextul configurației cerești de acum două milenii, pozițiile soarelui și evenimentele astronomice corespunzătoare marcajelor existente pe blocurile ce formează traseul umbrei meridiane a gnomonului. Deoarece nu putem face referire în cadrul unui calendar, la o dată-origine, vom măsura zilele ca și pe „menaeus", începînd de la solstițiul de vară — adică momentul cînd umbra atinge marginea discului. Dat fiind spațiul limitat, vom prezenta mai pe larg doar rezultatele furnizate de marcajele blocului 3 (fig. 13) sensul celor de pe blocul 5 fiind așa cum am văzut, marcarea punctului echinocțial.

IX. Pleiadele sau Cloșca cu pui. Retrăgîndu-se spre discul de andezit după trecerea prin punctul echinocțial de primăvară, umbra gnomonului în drumul ei spre solstițiu de vară întîlnește marcajele de pe blocul 3. Considerînd vîrful umbrei gnomonului poziționat la jumătatea distanței dintre cele două marcaje „II" de pe blocul 3, să calculăm declinația δ a soarelui în acel moment. Distanța de la gnomon pînă la vîrful umbrei fiind în acest caz de 3,11 cm, rezultă distanța zenitală Z.

$$\mathrm{tg}Z = \frac{U}{h_{G_3}} = \frac{311{,}5}{422} = 0{,}73803 \quad Z = 36°26' \text{ de unde declinația } \delta$$

$$\delta = \varphi - Z = 45°40' - 36°26 = 9°14\,.$$

De la momentul în care soarele atingea această declinație și pînă la solstițiul de vară -pe care l-am luat ca punct de reper- mai erau de parcurs pe ecliptică un număr de 69 de zile (67 zile pentru primul marcaj din „II" și 71 zile pentru al doilea). Un singur eveniment astronomic notabil se petrece în mod periodic, deci în fiecare an, acum aproximativ 2 milenii, cu 69 de zile înaintea solstițiului de vară: intrarea soarelui în constelația Taurului. Acest calcul a fost verificat prin simulare, pe cerul artificial al planetariului Facultății de Matematică București, prin deosebita amabilitate a conf. dr. Ieronim Mihăilă. Reconstituirea configurației cerești de acum aproximativ 2 000 de ani a confirmat apusul heliac al roiului stelar al Pleiadelor din constelația Taurului, cu 69 zile înaintea solstițiului de vară, într-un punct situat la aproximativ 21° nord de punctul cardinal vest.

---

[18] N. Teodorescu, Gh. Chiș, *op. cit.*, p. 48.

Este cunoscut faptul că, din antichitate, porțiunea sferei cerești măsurînd 8 grade de o parte și de alta a eclipticii, poartă numele de Zodiac. Acesta este împărțit în 12 părți a 30° fiecare marcînd astfel cele 12 constelații zodiacale cunoscute: Berbecul (în care se afla punctul echinoctial de primăvară în vremea lui Vitruviu), Taurul, Gemenii, Racul, Leul, Fecioara, Balanța, Scorpionul, Săgetătorul, Capricornul, Vărsătorul și Peștii[19]. Dar, deoarece nu știm cum împărțeau dacii sfera cerească, vom considera mai degrabă în interpretarea marcajelor de pe raza de piatră întîlnirea soarelui cu o stea, sau cu o formațiune stelară din componența vechilor constelații.

Considerată de unii autori drept cea mai veche din constelațiile închipuite de om, constelația Taurului își datorează, poate, acest titlu tocmai rolului de căpetenie jucat de Pleiade în astronomiile popoarelor antice. Ele au dominat istoria astronomiei timp de aproape 5000 de ani, mergînd pînă în zilele noastre[20].

Să nu fi cunoscut oare civilizația dacilor — care s-a dovedit a fi fost „una din cele mai avansate civilizații europene ale vremii, comparabilă sub anumite aspecte, doar cu a lumii clasice greco-romane"[21] —, nimic din toate acestea? Să fi reușit ei o asemenea izolare față de cunoștințele unei întregi antichități și aceasta în pofida afirmațiilor pe care unii istorici, ai acestei antichități, le-au făcut despre învățații lor? Nu credem, cu atît mai mult cu cît răspunsul la aceste întrebări devine mai ușor de dat dacă vom extinde aria investigației noastre în mediul sătesc, „satul fiind — așa cum arată Mircea Mușat[22] — izvorul și forța continuității poporului român de-a lungul vremurilor". Vom constata astfel că și azi — în plin secol XX — Pleiadele sau Cloșca cu pui sînt constelația de căpetenie a țăranului român[23], urmașul dacilor și al romanilor.

---

[19] N. Abramescu, *op. cit.*, p. 64; G. Petrescu, *op. cit.*, p. 187.

[20] Constelația Taurului este formată în principal — în ordinea întîlnirii cu soarele — din două roiuri stelare, Pleiadele și Hyadele, steaua Aldebaran-Taurii precum și din două stele variabile neregulate. Pleiadele, rol stelar deschis, cuprinde 300—400 stele din care sînt vizibile cu ochiul liber aproximativ 9, între care cea mai strălucitoare, Alcyone, are o declinație de 23°48′ deci se află atunci exact pe ecliptică. Iată ce spune Camille Flammarion despre ele: „Înainte de cunoașterea anului solar, primele popoare își reglau calendarul după stele. Anul începea cu răsăritul în zori al Pleiadelor în primăvară... Egiptenii vechi dădeau lunii noiembrie numele de Athar-Aye, luna Pleiadelor sau Athar; și tot așa era și la caldeeni și evrei. Se găsește aceiași împărțire a anului și la sălbaticii polinezieni. Australienii sărbătoresc în același mod în noiembrie — Mormodilek sau Pleiadele. Se găsește același obicei în Peru și în Mexic,... La grecii vechi, Hesiod fixează lucrul cîmpului după Pleiade, iar vechii latini le numeau Vergiliae, astrele Primăverii.

Se preocupau atunci mai mult de răsăritul lor în zori. Echinocțiul de primăvară trecea prin Pleiade acum patru mii de ani. Analele astronomiei chineze au păstrat o observațiune a acestui grup de stele, făcută în anul 2357 înaintea erei noastre, și arătînd echinocțiul de primăvară. Către anul 570 î.e.n. Anaximandru fixă apusul lor în zori la 29 zile după echinocțiul de toamnă. De altfel întreaga constelație a jucat un rol de căpetenie în mitologiile antice: la egipteni era Boul Apis; la vechii greci și mai ales la cretani, era Zeus Asterios, care avea ca simbol taurul; la fel era și la romani. Și exemplele ar putea continua. (C. Flammarion, *Les etoiles*, 1902).

[21] I. Glodariu, E. Iaroslavschi, *Civilizația fierului la daci*, 1979, p. 151.

[22] M. Mușat, *Coordonatele dezvoltării unitare a poporului român în vatra străbună a Daciei*, în *Contemporanul*, nr. 2, 3, 5, 6, 1986.

[23] La începutul secolului nostru, I. OTESCU, într-o amplă cercetare întreprinsă printre țăranii din județele Prahova, Olt, Neamț, Vîlcea, Rîmnicu-Sărat, Dorohoi, Argeș etc., — deci vizînd întreaga țară de atunci —, privind legendele și credințele lor din moși-strămoși asupra cerului, stelelor, pămîntului, lunii, eclip-

Am prezentat, mai pe larg o serie de argumente în favoarea faptului că pe traseul de deplasare a umbrei gnomonului din sanctuarele dacilor de la Sarmizegetusa-Regia, (blocul 3) putea fi marcată ca un eveniment notabil pentru ei, întîlnirea Pleiadelor—Cloșca cu pui sau Găina de azi — cu soarele, deci momentul, începînd de la care, pentru aproximativ două luni de zile, acestea nu mai erau vizibile pe cer. *În acest mod, tabloul devine unitar: cunoștințele astronomice ale dacilor despre această constelație (cu urmări practice, evident) se încadrau în ceea ce toate popoarele antichității au cunoscut și folosit; pe de altă parte cunoștințele existente la țăranul roman în plin secol XX despre aceeași constelație nu pot proveni decît, printr-o continuitate de milenii, de acolo de unde știe el însuși: de la strămoși.*

Evident, precesia echinocțiilor a schimbat cu ceva momentul în care anumite evenimente, legate de mișcarea Pleiadelor, se petreceau atunci, față de momentul în care se petrec ele azi. Schimbarea s-a făcut însă lent, — o zi și ceva pe secol. Mintea vie și atît de aplecată spre natură și manifestările ei a țăranului nostru nu a păstrat moștenirea preluată în mod static; el a modificat-o și a îmbogățit-o; dovadă cucuruzul sau păpușoiul, necunoscut la daci, după ce a apărut în existența lui a fost și el legat de stelele constelației ce-i veghea viața de zi cu zi: Cloșca cu pui.

---

selor ș.a., sintetizează astfel cunoștințele acestora despre constelația Taurului și componentele ei: „E numit în popor tot Taurul sau Gonitorul. Pe steaua Aldebaran, țăranii o consideră ca luceafăr, numindu-l Luceafărul Porcesc sau Porcarul. Din Pleiade, poporul face o constelațiune deosebită, numită în general Cloșca cu pui, sau Găinușa, ori Găina. Cloșca e constelațiunea de căpetenie a țăranilor, pe care ei nu o pierd din vedere nici iarna, formînd ceasornicul de noapte al lor, în lunile de iarnă; deoarece după înălțimea acestei constelațiuni pe cer, țăranii își dau seama cît mai e pînă la ziuă. Cînd se ivește pe cer Cloșca la Drăgaică are puterea să facă să crească păpușoiul (porumbul) „să-l vezi cu ochii cum crește". Cîte odată Pleiadelor li se zic și Stelele Ciobanului, căci: cînd înoptează și Găinușa e la toacă, atunci oamenii știu hotărît că oaia se satură de iarbă".

La aproape patru decenii distanță (în 1940), Ion I. Ionică întreprinde o cercetare cu același subiect, dar de data aceasta în Transilvania, în Țara Oltului (Făgăraș), satul Drăguș. Identitatea credințelor și a reprezentărilor țăranului român din Transilvania cu ale celui din Muntenia și din Moldova este extrem de concludentă, demonstrînd odată în plus unitatea laturii spirituale a culturii acestuia. Aproape nimic nu le deosebește: „Găina sau Găinușa — întîlnită și sub numele de Cloșca cu pui — este cu mult cea mai familiară dintre constelațiile cunoscute de Drăgușani. Aproape toți informatorii o cunosc și o pot identifica (...) Odată cu ridicarea Găinii pe bolta cerească se ridică, în credința locală și cucuruzu' (porumbul n.n.). Și Ion I. Ionică redă într-un frumos grai ardelenesc: „Atunci la Duminica Mare, să ridică și cucuruzu' că vede Găina... să bucură că vede Găina... de la Târgu' Arpașului să vede Găina." „Ea se arată a fi la Drăguș cel mai des întrebuințată și cel mai sigur cronometru de noapte: „După iea te duci mai bine ca cu ceasu'" sau: „Înainte bătrînii tot după stele ținea sama. Cân' să vedea Rarițele cân'să vedea Găina și chiar și Caru se orienta (omul) și știa cât mai ie până la ziuă sau la timpu'cutare. Mai sânt și-acuma bătrâni d'ăștia. Cei mai buni cunoscători sînt însă ciobanii, căci „ciobanul n-are somn" spune o vorbă locală. „— De unde ai învățat stelele? — De pe la ciobani, dela bătrîni. Mai mult Rășinăreni și Poienari, care's ciobani bătrâni, apoi aia cunosc stele multe, multe semne pă cer." Așadar Pleiadele nu sînt numai o constelație agricolă ci și una pastorală. Dar Ion I. Ionică nu omite o problemă esențială: „Întreb de ce se dă constelației numele de Găină. — „Așa ne-am pomenit dela strămoși." (I. Otescu, *Credințele țăranului român despre cer și stele*, în *Analele Academiei Române*, Secțiunea literară, XXIX, 1906—1907, p. 425; I. I. Ionică, *Drăguș, un sat din Țara Oltului (Făgăraș), Reprezentarea cerului*, 1944, p. 24—26).

Spaţiul restrîns nu ne permite să expunem pe larg şi consideraţiile legate de marcajele de pe celelalte blocuri, adică de poziţia soarelui în altă constelaţie, între care cităm: Fecioara, Balanţa, Scorpionul, Vărsătorul, Peştii, precum şi acelea legate de culminaţia unor stele. Mai menţionăm şi existenţa unor marcaje care nu par în legătură cu nici un eveniment astronomic, în schimb par apropiate de datele unor vechi sărbători populare pe care Sim. Fl. Marian, la 1898, le numea sărbători nelegate sau păgîne, pentru a le deosebi de cele legate de biserică sau creştine şi „pe care poporul de rînd, adeseori le ţine cu o sfinţenie mai mare chiar decît pe cele legate"[24].

X. Marcaje şi litere. Este adevărat că fiecare din aceste constatări, luată izolat, ar putea fi o simplă coincidenţă — şi ne referim aici şi la restul constatărilor de pînă acum; prezenţa fortuită a ansamblurilor lor ar constitui însă un mănunchi de coincidenţe extrem de improbabil. Acest raţionament, credem necesar, nu îl considerăm şi suficient, deoarece cel puţin două aspecte legate de marcajele „II" se impun a fi clarificate — în măsura posibilului — după ce am studiat poziţia lor în raport cu mişcarea aparentă anuală a soarelui. Este vorba de natura acestora precum şi de „contextul local" în care se află ele. Este greu, cel puţin în faza actuală a cercetărilor, să considerăm aceste marcaje drept litere, în pofida asemănării cu litera grecească I (iota). Considerăm însă posibil ca ele să reprezinte notaţii numerice în sensul în care Vitruviu[25] nota cu două bare verticale („II") nu numai cifra 2 (uneori şi pe 5) dar şi fracţiile 6/12 şi 2/16. Tot ca notaţii numerice, dar uneori împreună cu litere, marcaje de tipul analizat — uneori şi 5—8 la număr — au fost utilizate în antichitate şi de către constructori, pentru asizele zidurilor, ca semne de asamblare[26]. Considerăm tot posibil ca, executate în acelaşi fel (cu dalta) şi în aceiaşi formă, marcajele în discuţie să aibă pe traseul umbrei gnomonului şi un alt sens — în parte demonstrabil cu mijloace astronomico-matematice — evident în cadrul ipotezelor prezentate aici. Nu împărtăşim însă părerile conform cărora ar fi urme ale utilizării unor leviere de montaj, urme de forma unei semilune ce indică sensul de aşezare a blocului pe locul destinat (cavităţile lor de rezemare s-ar afla atunci pe muchia blocului şi nu pe una din feţele acestuia). Privind grupul de blocuri denumit aici „raza de piatră", mai adăugăm două observaţii cu caracter general. 1) Cu toate că marcaje „II" se mai găsesc şi pe unele din blocurile de piatră din zonă, frecvenţa lor este mult mai mare pe blocurile „săgeţii" unde avem o „concentrare" a acestora (6 grupe „II" pe 12 blocuri — evident pe cele pe care se mai pot distinge). 2) Considerăm de domeniul certitudinii faptul că blocurile componente ale razei de piatră au fost *cel puţin* selectate dintr-un număr oarecare de blocuri pentru a rezulta cunoscutul aspect de săgeată — dimensiunile lor scad spre vîrf — dacă nu cumva au fost prelucrate în mod special pentru a se obţine această formă. Referitor la ceea ce am numit „contextul local", considerăm că problema marcajelor în discuţie nu poate fi izolată de cea a literelor greceşti de pe blocurile de calcar din incinta sanctuarelor. Astfel A. Bodor[27] considera, pe baza prezenţei literei L, care înseamnă fie an fie perioadă de timp, ciclu în sistemul numeric grecesc, că literele — deci cifrele — de pe zidul ce separă terasa XI de cea superioară (fig. 17), ar forma „un fel de legendă matematică pentru interpretarea complexului calendaristic

---

[24] S. F. Marian, *Sărbătorile la Români*, 1898, p. 111.
[25] Vitruviu, *op. cit.*, p. 275.
[26] R. Martin, *Manuel d'architecture grecque*, 1965, p. 222.
[27] A. Bodor *Blocurile cu litere greceşti din cetăţile dacice*, în *Crisia*, 1972, p. 34.

și astronomic", adăugînd: „...din antichitate ni s-au păstrat cîteva cadrane solare care sînt indicate cu cifre grecești, adică literele de la A la I". Într-o recentă lucrare însă, I. H. Crișan[28] considerînd plauzibile cunoștințele în materie de astronomie ale strămoșilor noștrii, se întreabă: „Admițînd că ar fi vorba despre calcule matematice legate de astronomie, cu greu s-ar putea răspunde la întrebarea de ce anume au fost ele expuse pe un zid ce sprijinea terasa". Răspunsul nu va putea fi chiar atît de greu de dat dacă adăugăm un element nou problemei. Zidul în discuție, la fel ca și raza de piatră a Soarelui de andezit și la fel ca șirurile de coloane ale micului sanctuar dreptunghiular, este și el orientat spre nord. Considerînd că acest zid a fost vertical, fiind orientat spre nord el putea fi folosit ca un cadran mural[29], caz în care cifrele și literele existente pe blocuri ar putea avea un sens în plus, deci nu numai cel presupus de A. Bodor, dar și cel legat de trecerea anumitor stele — importante pentru ei — în dreptul zidului, deci la meridianul locului, moment în care li se putea măsura distanța zenitală. Ipoteza conform căreia marcajele precum și literele de pe zidul în discuție formează un complex de notații cu caracter astronomic, este susținută și de următorul fapt. Recent, prin amabilitatea prof. Viorel Manolescu — Deva am avut ocazia să examinăm o piesă T, care pe bara superioară are marcat un semn de forma unei litere „ц" de un tip necunoscut nouă (fig. 18, 19). Cu toate că semnul — zicem grafic — nu poate fi reconstituit în întregime din cauza unei fisuri în piesa T, această constatare vine să completeze legătura cu caracteristici astronomice stabilită între cercul cu Te-uri și raza de piatră ($2RP=L_{CT}$) în sensul că dacă pe aceasta din urmă există marcat traseul umbrei unui gnomon, este de bănuit că și marcajul — sau litera — de pe piesa T poate fi în legătură tot cu mișcarea soarelui. În fine, V. Dragomir și M. Rotaru[30] semnalează pe blocul 15 existența unui semn de forma „K" posibil ritual sau de altă natură. Fără a exclude și posibilitatea unor semne de tip răboj, mai adăugăm că interpretările prezentate pentru marcajele de tip „II" nu apar pe un teren gol, nu constituie o singularitate în zona sanctuarelor; în imediata lor vecinătate, pe zid și pe piesa (piesele?) T se află litere, care evident au un sens (există un „context local").

XI. Compasul. În încercarea de a folosi numai acele metode ale epocii, care puteau fi utilizate de daci acum două milenii, vom introduce în tratarea problemei de față un instrument în plus. Este vorba de compas, unul din cele mai cunoscute instrumente de trasat și verificat. Într-o monografie[31] ce a umplut un gol în cercetarea istorică de la noi, Ioan Glodariu și Eugen Iaroslavschi, vorbind despre uneltele și obiectele indispensabile unei civilizații avansate în epocă, relatează: „Aria de răspîndire a compaselor de fier descoperite în Dacia este deocamdată extrem de restrînsă, ele fiind semnalate numai la Grădiștea Muncelului. Din cîte știm, în aria centrală și est-europeană asemenea instrumente nu s-au descoperit. În schimb, ele sînt cunoscute în lumea greco-romană. În lumea greacă și în Imperiul roman se cunosc analogii pentru compasele cu nit, de tip I, și în cea romană pentru compasele demontabile, de tip II. Originea compasului — și ne referim la

[28] I. H. Crișan, *Spiritualitatea geto-dacilor*, 1986, pag. 320.

[29] Cum se știe cadranul (cercul) mural, care servește la determinarea distanțelor zenitale ale stelelor cînd ele trec la meridian, este o construcție extrem de simplă. O riglă de lemn ce se putea învîrti (în jurul unei axe) în planul unui zid construit pe direcția N—S și în lungul căreia se putea viza steaua dorită, permitea în clipa în care steaua era în dreptul zidului determinarea distanței zenitale ca fiind unghiul dintre verticala locului și riglă. (N. Abramescu, *op. cit.*, p. 17).

[30] V. Dragomir, M. Rotaru, *Mărturii geodezice*, 1976, p. 47.

acela confecţionat în întregime din lemn — este foarte veche. Dacă transpunerea lui în metal la Sarmizegetusa s-a datorat influenţei romane sau nu, este greu de precizat, dar ni se pare mai probabilă prima supoziţie". Ulterior, astfel de instrumente s-au descoperit şi în aşezarea fortificată de la Bradu, pe Siretul mijlociu[32]. Ele sînt de două tipuri. Vorbind de tipul II autorii citaţi subliniază: „...este superior prin sistemul de unire al braţelor. Anume, în orificiile din partea superioară se introduce o tijă cilindrică ce avea un cap lăţit şi celălalt perforat pentru a permite fixarea unei pene triunghiulare tot din fier. Prin batere pana asigura stabilitatea deschiderii şi scoaterea ei permitea demontarea instrumentului. Unul dintre exemplare este ornamentat cu incizii. Lungimea braţelor la cel mai mare dintre ele este de 34,6 cm[33] (fig. 20d şi e). Acelaşi sistem de prindere are şi un alt instrument de tip compas pus recent la dispoziţia autorului de către Ioan Glodariu. Lungimea tijei de fixare este de 2,5 cm iar a braţelor este de 5,5 cm. Ceea ce însă îl deosebeşte net de restul compaselor cunoscute sînt capetele braţelor. Aşa cum se poate observa din fig. 20a, b şi c, aceste capete permit fixarea, în modalităţi diferite a altor braţe sau vîrfuri. La capătul E unde există un orificiu cu diametrul de 2 mm, se putea introduce o altă tije sau un eventual ax, ceea ce ar fi permis noului braţ alte rotaţii, diferite de cele ale braţelor iniţiale; de asemenea, la capătul A, se putea monta un alt prelungitor ce ar fi avut la unul din capete o prelucrare identică cu a acestuia, dar complementară. Fineţea remarcabilă a execuţiei a permis realizarea la capătul B şi a două cavităţi semisferice (lagăre) pe lîngă orificiul amintit. Pe de altă parte disproporţia dintre lungimea tijei de fixare a braţelor şi lungimea acestora din urmă, cît şi faptul că tija este ascuţită la unul din capete, ne fac să credem că instrumentul funcţiona în plan orizontal şi nu în plan vertical ca oricare compas, ceea ce îi conferă caracteristici de pantograf[34]. Desigur sînt posibile şi alte interpretări. Mai adăugăm că, pentru deschideri mai mari, credem că erau folosite compase confecţionate integral din lemn, sau cu unele adaosuri metalice (nit, vîrfuri)[35].

XII. Determinarea pe disc a distanţei zenitale a soarelui. Revenind la problemele rezolvabile pe disc vom încerca, aşa cum ne-am propus, să găsim soluţia nedeterminării λ—δ. Pentru a nu depăşi într-un fel sau altul nivelul de cunoştinţe al epocii şi pentru a determina o modalitate de utilizare a discului cît mai simplă posibil, au fost impuse metodei de rezolvare pe care o căutăm, o serie de restricţii severe (prezentate în parte şi la paragraful VII). Astfel:

a. A fost exclusă utilizarea numărului π;

b. S-a exclus utilizarea moirelor şi leptelor lui Hiparc;

c. Nu s-a admis nici o prelucrare a lungimii umbrei gnomonului în afara sistemului disc-raza de piatră (proiecţii sub diferite unghiuri, obţinerea altor lungimi în funcţie de anumite rapoarte din teren, etc.);

d. Soluţia trebuie să utilizeze numai rigla (sfoara) şi compasul — deci o soluţie grafică, fără nici un fel de calcul numeric pe disc;

e. Soluţia să aibă la bază cunoştinţe de teoria gnomonului şi a proiecţiei stereografice în sensul lui Hiparc. Evident aceste restricţii nu sînt toate obligatorii.

[32] V. Ursachi, *Cetatea dacică de la Brad* (rezumatul tezei de doctorat) Iaşi, 1986, p. 7.

[33] I. Glodariu, E. Iaroslavschi, *op. cit.*, p. 87.

[34] Pantograful este un aparat construit din bare articulate formînd un patrulater deformabil care serveşte la reproducerea unui plan, desen etc., la aceeaşi scară sau la o scară diferită de a modelului.

[35] I. Glodariu, E. Iaroslavschi, *l.c.*

Ele reflectă cadrul în care s-a încercat și sperăm că s-a reușit parțial rezolvarea problemei. Renunțarea la unele dintre acestea a oferit și alte soluții pe care nu le redăm aici. Ca orice problemă de geometrie și problema în discuție admite mai multe soluții din care vom prezenta trei tipuri. Pentru soluțiile de tip I, la acel — „minim minimorum" — nivel de cunoștințe autoimpuse prin ipoteza de lucru, îi creditam cu observația că un gnomon mai lung aruncă o umbră mai lungă iar unul mai scurt o umbră mai scurtă, și că, dacă se adună înălțimile celor două gnomoane, se adună și lungimile umbrelor. Presupunînd deci, că la un moment oarecare T al anului, gnomonul G cu înălțimea egală cu raza discului + raza cercului central, aruncă o umbră notată U, soarele avînd în acel moment distanța zenitală Zi. Ne propunem ca măsurînd această umbră, folosind proprietățile discului, compasul, rigla (sfoara) și încadrîndu-ne în restricțiile enunțate, să determinăm valoarea lui Zi. Metoda are la bază un principiu simplu. Este vorba de descompunerea lungimii umbrei măsurate în două umbre: una, U1, pentru un gnomon cu înălțimea egală cu raza discului R_D iar cealaltă, U2, pentru un gnomon cu înălțimea egală cu raza cercului central R_C (fig. 21a). Aceasta, deoarece înălțimea gnomonului, la fel ca raza cercului central, este marcată prin construcție pe disc, ea reprezentînd raza sferei cerești în discuție, raza discului reprezentînd raza unei sfere cerești „reduse". Practic, suprapunînd sfoara BD=U pe o paralelă la direcția N—S ce trece prin capătul gnomonului notat L (fig. 21b), obținem prin proiecție stereografică umbra U1. Transferată cu sfoara sau compasul (în punctul V) pe direcția perpendiculară E—V rezultă (fig. 21c), printr-o altă paralelă la direcția N—S, umbra U2. Aceasta, (fig. 21d), împreună cu raza cercului central permite construirea unghiului JOG în centrul discului, unghi care v-a reprezenta distanța zenitală Zi căutată (nota de calcul nr. 7). Avînd acest unghi și măsurîndu-l în diferite perioade ale anului vom obține orice alte unghiuri ale planelor fundamentale așa cum se prezintă pe larg în fig. 22. Astfel, odată determinată declinația δ a soarelui la un moment oarecare (fig. 22a) vom putea determina — tot grafic — și poziția pe ecliptică λ a soarelui folosind menaeus-ul construit pe disc după metoda de la paragraful V, *rezolvînd în acest fel nedeterminarea* λ—δ *cu ajutorul distanței zenitale.* O altă observație. Deoarece putem considera că o umbră oarecare la un moment oarecare, poate reprezenta lungimea maximă a umbrelor (deci Z_{max}) pentru acelaș gnomon G3, dar la altă latitudine φ', dispozitivul permițînd calcularea acestei distanțe zenitale ca pe oricare alta, rezultă un fapt foarte important: discul și gnomonul pot funcționa și deci calcula fără modificări distanțele zenitale și la alte latitudini, ceeace conferă un caracter de largă utilizare dispozitivului, subliniind astfel ideia remarcabilă care a stat la baza construirii lui. El poate deci determina și latitudinea oricărui loc printr-o simplă măsurare a umbrei la solstițiul de iarnă (cînd umbra este mai lungă)[36] și scăzînd apoi din unghiul determinat (Zmax. al locului) oblicitatea eclipticii determinată ca la paragraful III (evident în acest caz, lungimea razei de piatră și a cercului cu Te-uri ar fi fost alta.) Mai mult, gnomonul se putea în acest caz amplasa în orice loc, nu numai pe disc, cu condiția să-i măsurăm umbra la amiază. Grija constructorilor antici a creat însă la Sarmizegetusa-Regia o „cale" posibil marcată și orientată pentru această umbră: raza de piatră, solidară cu discul și de lungime strict utilă — „drumul" — dintre cele două solstiții, situație în care locul gnomonului era pe disc (pe meridiană). Metodele de tip II folosesc tot o

---

[36] Gh. Chiș, Al. Săndulache, M. Albotă, *Elementele de geografie și selenografie matematică*, 1981, p. 95—100, 131—138, 185.

proprietate a discului în discuție și anume faptul că acesta poate fi considerat un cilindru de piatră cu înălțimea foarte mică (30 cm) în comparație cu dimensiunile bazei (3,49 m). Dacă pe suprafața laterală a acestui cilindru vom suprapune o sfoară de o anumită lungime U (deci un segment de dreaptă) și vom uni apoi capetele sforii — astfel suprapuse — cu centrul discului vom obține pe suprafața lui un unghi la centru α corespunzător cu un arc de cerc de lungime U egală cu lungimea segmentului considerat. Se puteau astfel transforma orice segmente de dreaptă, respectiv de umbră, în arce de cerc de aceeași lungime, rezultînd și unghiul la centru. Următoarele dimensiuni înscrise pe disc, transformate în arce de cerc cu metoda arătată, dau pentru unghiul la centru valorile unghiurilor fundamentale ale locului: a) pentru $h_G = R_D + R_{CC} = 4{,}22$ m rezultă $\alpha = Zmax. = 69{,}3°$; b) pentru $R_D - R_{CC} = 2{,}76$ m rezultă $\alpha = \varphi = 45°{,}3$; c) pentru $D_{CC} = 1{,}46$ m rezultă $\alpha = \varepsilon = 23°{,}9$ (constatare făcută și la paragraful V), valori satisfăcătoare ca precizie (nota de calcul nr. 8). Metode de tip III. Este cunoscut faptul că cele mai perfecționate cadrane solare ale antichității nu au folosit lungimea umbrei gnomonului, ci poziția vîrfului umbrei acestuia (paragr. V, fig. 9b,c). Un asemenea mod de funcționare, care nu mai presupune măsurarea umbrei și transferul acesteia, este posibil și în cazul nostru, pe altarul-cadran solar, prin utilizarea proiecției stereografice. Considerăm deci că la momentul T al anului, corespunzînd distanței zenitale Zi a soarelui, gnomonul aruncă o umbră U, umbra vîrfului acestuia fiind în punctul A (fig. 23a) situat evident pe direcția N—S. Direcția E—V intersectează discul în punctele B și C. Unim cu o sfoară punctul B cu vîrful umbrei A și obținem pe circomferința discului punctul D. Proiecția stereografică a acestui punct D, considerînd pe C ca punct de vedere, este punctul E care împarte raza discului OF în două segmente, notate a și b. Se demonstrează foarte simplu (nota de calcul nr. 9) că raportul acestor două segmente, b/a, corectat cu raportul „K" ne permite calculul distanței zenitale Zi, a momentului T. Pentru „inițializare" se putea utiliza Zmin. determinat în prealabil cu oricare din metodele anterioare. Metoda prezintă o serie de variante de calcul. Utilizarea acestei duble proiecții stereografice permite construirea pe disc a unui menaeus „oblic" (fig. 23b) al cărui diametru nu mai este perpendicular pe linia echinocțială ca la menaeusul descris de Vitruviu, dar a cărui funcționare nu diferă cu nimic de a acestuia din urmă, el permițînd determinarea poziției pe ecliptică a soarelui (cu erori de ordinul minutelor de arc — nota de calcul nr. 10). Diametrul acestui menaeus oblic este egal cu raza discului, ceeace ne permite să privim discul și ca un menaeus de piatră. Corectînd raza discului deci diametrul menaeusului oblic cu K (constanta aparatului) se obține $KR_D = 2{,}88$ m, lungime care transformată în arc cu metoda de tip II, ne dă la centru unghiul 2ε respectiv dublul oblicității eclipticii în epocă, arc egal cu arcul GH (fig. 9a) din metodologia lui Vitruviu. Scopul metodelor expuse este, în principal, de a dovedi că determinarea distanței zenitale a soarelui pe discul de andezit folosind proprietățile acestuia și umbra gnomonului pe raza de piatră, este posibilă și că aceasta se poate face grafic într-o manieră foarte simplă cu instrumentarul existent în epocă. Evident, nu știm dacă tocmai metodele descrise sunt cele utilizate de daci, dar ele reprezintă, cum am spus, unele posibile, confirmînd încă o dată unitatea ansamblului disc-raza de piatră.

XIII. *Determinarea direcțiilor solstițiale.* Existența marcată în piatră, în incinta sanctuarelor a unor direcții solstițiale și echinocțiale (notele 3, 30) a pus sub semnul întrebării modul de determinare a acestora, deoarece așa cum se știe, aici orizontul fizic nu este liber, el fiind „închis" de dealurile înconjurătoare, ceea ce făcea invizibil prin observație directă punctul în care soarele răsărea sau apunea

la cele două solstiții sau la echinocții. Vom încerca să demonstrăm că astfel de determinări erau nu numai posibile în epocă, dar și foarte simplu de efectuat pe discul Soarelui de andezit. Marcăm pe disc, cu metodele arătate, colatitudinea locului, notată (fig. 23c) Ec—Ec'. Cu ajutorul cercului central poziționăm soarele la cele două momente ce ne interesează: Si=salstițiul de iarnă și Sv=solstițiul de vară. Cu aceasta discul este echipat pentru determinarea oricărui moment solstițial-răsărit sau apus, de vară sau de iarnă. Pe figură s-a determinat azimutul punctului în care soarele apunea, în epocă, la solstițiul de iarnă astfel: din Si se duce o paralelă SiT la linia echinocțială Ec—Ec' care intersectează direcția N—S în punctul T. În acest punct se duce o paralelă la direcția E—V care întîlnește circomferința discului în punctul Ap care este punctul căutat (nota de calcul nr. 11). Puncte de răscruce în marile cicluri ale naturii, solstițiile au marcat momente importante și în existența strămoșilor noștrii daci. Ele se regăsesc și astăzi, printr-o continuitate de milenii, la țăranul român[37].

XIV. Scurte concluzii și unele probleme deschise. Avem convingerea că cercetările ulterioare vor îmbunătăți cele prezentate în aceste pagini, chiar dacă pentru aceasta unele din ipoteze vor trebui infirmate. Totodată o serie de probleme rămîn încă deschise. Acestea ar fi următoarele: 1) Este greu de stabilit tipul de „aparat astronomic". Este posibil a fi un „cadran solar-astrolab", caz în care, dacă ipotezele expuse se confirmă, el trebuie considerat o construcție originală, care folosește însă cunoștințe din epocă (gnomonul și menaeusul). Considerînd cele trei cercuri concentrice și cele zece raze de pe disc, ca „păianjănul" unui astrolab, se poate imagina existența pe disc a unei suprastructuri mobile formată din cîteva rigle de lemn, care se scoteau atunci cînd ceremoniile cultuale, — din care unele legate poate chiar de soare — necesitau acest lucru. Este posibil deci, ca la daci sfera cerească să se fi împărțit în 10 părți — cîte raze sînt pe disc — și nu în 12, ca în majoritatea astronomiilor antice. 2) Este un caz fericit că, deși marcat puternic de scurgerea veacurilor discul este încă în stare de funcționare. Spunem acest lucru deoarece, așa cum cititorul a remarcat, calculele au fost practic prezentate cu dimensiunile pe care le avea monumentul la descoperirea sa, ceeace a avut ca rezultat o precizie mulțumitoare a acestora. Desigur, se poate încerca o reconstituire a dimensiunilor inițiale și a valorilor pe care ei le atribuiau unghiurilor planelor fundamentale. Nu acesta este însă faptul cel mai important. Faptul cel mai important credem că este existența acestui „instrument astronomic" faptul că — în cadrul ipotezelor noastre desigur — s-ar confirma în acest mod o parte din cunoștințele de astronomie cu care autorii antici (citați la început) i-au creditat pe strămoșii noștrii dacii. 3) Legat de problema marcajelor de pe blocuri,

[37] Întîlnim la George Coșbuc următoarea relatare privind „fuga" soarelui între cele două solstiții, în viziunea țăranului român: „Așa cum umblă el de-a curmezișul peste pămînt, de la răsărit spre asfințit, își tot schimbă drumul și *fuge cu răsărirea cînd spre miazăzi și cînd spre miazănoapte,* că doară-doară v-a ajunge odată să stea să se odihnească pe cer". Dar acest lucru nu este permis și de aceea „străjer la miazănoapte este Sîn Nicoară iar la miazăzi Sîn Toader ca să ațină calea soarelui și să-l întoarcă". Sîn Toader mai, mai să-l scape. Dar cu cei două cai ai lui fuge după soare *13 săptămîni* „...îl ajunge și îl întoarce de la miazăzi spre răsărit". Soarele nu se astîmpără ci fuge înainte spre miazănoapte unde „...îi iese în cale Sîn Nicoară și-l prinde și-l trimite îndărăt. Și soarele iarăși face ce-a făcut și tot așa o pate întruna cu Sîn Toader și Sîn Nicoară". George Coșbuc, *Elementele literaturii populare,* 1986, pag. 97. Aceeași relatare o întîlnim și la Tudor Pamfile, care face și o cuvenită rectificare. Tudor Pamfile, *Sărbătorile de toamnă la romani,* 1914, pag. 158.

menţionăm că nu avem încă o explicaţie satisfăcătoare asupra motivului pentru care acestea sînt în grupe de cîte două (aceasta ar sugera o perioadă de timp). Adăugînd că ele pot fi întîlnite şi în forma „I" pe două plăci dreptunghiulare de andezit, din care una se află în micul sanctuar dreptunghiular (fig. 16), iar cealaltă a fost găsită de Ioan Glodariu în campania de săpături din toamna anului 1985, lîngă traseul zidului dacic al cetăţii. Poate că raza de piatră a fost placată cu marmură, sau poate că urma să fie; nu sînt singurele posibilităţi. 4) În rezumat monumentul are incluse prin construcţia sa, elemente necesare efectuării unor calcule astronomice cu metodele epocii, deoarece: a) discul poartă marcată pe el oblicitatea eclipticii din epoca în care a fost construit, printr-o proiecţie stereografică în sensul lui Hiparc (realizată prin cercul central). b) Pe disc se poate construi un menaeus, diametrul acestuia rezultînd tot prin cercul central. Odată trasat, menaeusul permite determinarea grafică a poziţiei pe ecliptică a soarelui la un moment oarecare, prin metode cunoscute în epocă. (Vitruviu). c) Discul are ca auxiliar un gnomon a cărui umbră se deplasează la amiază pe un traseu construit dintr-un şir de blocuri orientat spre nord. d) Traseul umbrei gnomonului este în lungime egală cu porţiunea de deplasare a acesteia între solstiţii, ceeace uşura determinarea acestora. e) Acest traseu poartă, la fel ca şi la alte popoare din antichitate, marcaje semnificînd momente — inclusiv echinocţiul — mai importante pentru ei. f) O serie de relaţii între dimensiunile de pe disc, înălţimea gnomonului şi lungimea traseului umbrei confirmă unitatea de ansamblu a sistemului. g) Lungimea umbrei gnomonului la un moment dat (sau poziţia vîrfului umbrei acestuia) permit determinarea distanţei zenitale a soarelui prin simple construcţii grafice, prin suprapunerea umbrei pe suprafaţa laterală a discului sau prin proiecţii stereografice. Cu aceasta se putea determina pe disc configuraţia planelor fundamentale inclusiv latitudinea locului (Zmin., Zmax., φ, δ).

Confirmarea acestor ipoteze bazate pe metode matematico-astronomice în arheologie va putea oferi o modalitate neaşteptată de a investiga universul spiritual al strămoşilor noştri despre care considerăm că nu vom şti niciodată prea mult. Încercarea de faţă a avut la bază ideea că strămoşii noştri nu au trăit izolaţi de popoarele avansate ale epocii, ba mai mult, au avut şi contribuţii originale la dezvoltarea tezaurului comun de cunoştinţe ale antichităţii. Ne-am propus să aducem unele argumente în sprijinul acestei ipoteze, vizînd un nivel de cunoştinţe mai ridicat decît cel statuat actualmente. Nădăjduim să ne fi apropiat de scopul propus.

FLORIN C. STĂNESCU

ANEXE

(note de calcul cu metodologia de astăzi)

Nota de calcul nr. 1

Neglijînd nutaţia, vom obţine:

ε sec. 1 e.n. = εsec. XX e.n. + $\Delta\varepsilon$

ε sec. 1 = 23°27 + (19 secole × 47 , 6/secol) = 23°27' + 15' = 23°42'

Nota de calcul nr. 2

Prin cîteva relaţii cunoscute obţinem distanţele zenitale ale soarelui pentru acum aproximativ 2 000 de ani:

— la solstiţiul de vară $Z_1 = 21°40'$ $tgZ_1 = 0{,}39727$

— la solstiţiul de iarnă $Z_2 = 69°40'$ $tgZ_2 = 2{,}69853$

— înălţimea gnomonului $h_{G_3} = 3{,}04$ m

Calculăm lungimile umbrelor pe care acest gnomon, notat G_1, le aruncă la cele două sol stiţii: de vară, $U_v = h_{G_1}\ tgZ_1 = 3{,}04 \times 0{,}39717 = 1{,}208$ m; de iarnă, $U_i = h_{G_1}\ tgZ_2 = 3{,}04 \times 2{,}69853 = 8{,}204$ m. Distanţa pe care se mişcă vîrful umbrei gnomonului în timpul unei jumătăţi de an, adică între cele două solstiţii este: $U_i - U_v = 8{,}204 - 1{,}208 = 6{,}996$ m $\cong 6{,}98$ m = Diametrul discului.

Nota de calcul nr. 3

Fie diametrul discului, cercul mic central trasat pe acesta, direcţia E—V şi direcţia N—S. Punctul G' reprezintă intersecţia cercului mic cu direcţia N—S. Dreapta NG' intersectează marginea discului în punctul H. Să calculăm unghiul ANG', deoarece avem elementele necesare (fig. 7):

$$tg(\widehat{ANG'}) = \frac{AG'}{AN} = \frac{\text{Raza cercului mic}}{\text{Raza discului}} = \frac{0{,}73}{3{,}49} = 0{,}209169 \Rightarrow \widehat{ANG'} = 11°50' = \beta$$

Deoarece $\widehat{FAH}$ măsoară acelaşi arc de cerc ca şi $\widehat{ANG'}$, dar are vîrful A în centrul cercului, el este egal cu de două ori $\widehat{ANG'}$ adică:

$$\widehat{FAH} = 2\beta = 2 \times 11°50' = 23°40' = \varepsilon = \text{oblicitatea eclipticii}$$

o valoare mai mică decît cea reală, dar mai exactă decît cea presupusă pînă acum, adică 24°. Mai remarcăm că acelaşi rezultat se obţine luînd pe disc oricare alte două direcţii perpendiculare, nu neapărat EV şi NS.

Nota de calcul nr. 4

Vom nota: L_{RP} = lungimea razei de piatră

ΔU = porţiunea de deplasare a umbrei între cele două solstiţii

A. Calculul cu valori exacte şi cu lungimea reconstituită a razei de piatră.

$\varphi = 45°37'$

$\varepsilon = 23°43'$

$L_{RP} = 9{,}50$ m — 9,55 m

B. Calculul cu valori acceptate în epoăiă şi cu lungimea actuală a razei de piatrcă

$\varphi = 45°40'$

$\varepsilon = 23°50'$

$L_{RP} = 9{,}60$ m

Distanțele zenitale la solstiții:

$Z_1 = \varphi + \varepsilon = 69°20'$ $tgZ_2 = 0,40200$
$Z_2 = \varphi - \varepsilon = 21°54'$ $tgZ_1 = 2,65109$
$\Delta tg = 2,24909$

$Z_1 = \varphi + \varepsilon = 69°30'$ $tgZ_2 = 0,40065$
$Z_2 = \varphi - \varepsilon = 21°50'$ $tgZ_1 = 2,67462$
$\Delta tg = 2,27397$

Înălțimea gnomonului h_{G_3} pentru $\Delta U = L_{RP}$ $\quad h_{G_3} = \frac{\Delta U}{\Delta tg} = \frac{L_{RP}}{\Delta tg}$

— pentru $L_{RP} = 9,50$ m:

$$h_{G_3} = \frac{9,50}{2,24909} = 4,224 \text{ m}$$

— pentru $L_{RP} = 9,55$ m:

$$h_{G_3} = \frac{9,55}{2,24909} = 4,246 \text{ m}$$

— pentru $L_{RP} = 9,60$ m:

$$h_{G_3} = \frac{9,60}{2,27397} = 4,221 \text{ m}$$

Se observă că rezultatele obținute prin cele două grupe de date inițiale sînt practic egale (diferențe de 0,5%), ceea ce era de altfel de așteptat, nu numai pentru că datele de intrare sînt apropiate, ci și pentru că dacă ε crește, atunci $\Delta U = L_{RP}$ crește și ea.

Nota de calcul nr. 5

Determinarea poziției punctelor echinocțiale Ec pe cercul cu Te-uri, (fig. 10d). Din punctul T se trasează un arc de cerc cu raza egală cu ipotenuza triunghiului dreptunghic avînd drept catete raza discului și a cercului central. Verificare (la nivelul cunoștințelor de astăzi); Cercurile de ecuații: $x^2 + y^2 = 3,04^2$ și $x^2 + (y + 0,73)^2 = 3,56^2$; se intersectează în punctul Ec de coordonate $x = 2,278$ și $y = 2,013$. Dreapta Ec0 face cu dreapta Sv0 un unghi de 48,5° căruia îi corespunde un arc SvEc pe cercul cu Te-uri de 2,59 m față de arcul real de 2,63 m, deci o eroare acceptabilă.

Nota de calcul nr. 6

Vom folosi următoarele valori: $\varphi = 45°40'$, $\varepsilon = 23°45'$, $h_v = 4,22$ m

$Z_1 = \varphi + \varepsilon = 69°25'$ $\quad tgZ_1 = 2,66285$
$Z_2 = \varphi - \varepsilon = 21°55'$ $\quad tgZ_2 = 0,40234$
$\Delta tg = 2,26051$

— Umbra la solstițiul de iarnă: $U_{Si} = h_G tgZ_1 = 11,24$ m
— Umbra la solstițiul de vară: $U_{Sv} = h_G tgZ_2 = 1,69$ m

Diferența umbrelor: $U_{Si} - U_{Sv} = 9,55$ m $= L_{RP}$

— Umbra la echinocții: $U_{Ec} = h_G tg\,\varphi = 4,22 \times 1,02355 = 4,32$ m

Nota de calcul nr. 7

a) Considerăm chiar punctul echinocțial Ec cu caracteristicile $tg\varphi = tg\,45°40' = 1,02355$ și $U = 4,32$ m. Verificăm prin calcul metoda grafică și avem: $U_1 = U \frac{R_D}{R_D + R_{CC}} =$
$= 4,32 \frac{3,49}{4,22} = 3,573$ m; $U_2 = U_1 \frac{R_{CC}}{R_D} = 3,573 \frac{0,73}{3,49} = 0,747$ m; $U_1 + U_2 = 3,573 + 0,747 =$
$= U = 4,32$ m.

b) Considerăm un punct T_1 cu $Z = 55°40'$ deci între echinocții și solstițiul de iarnă, moment în care gnomonul aruncă o umbră de $U = 6,178$ m. Verificare prin calcul a metodei grafice:

$$U_1 = U \frac{R_D}{R_D + R_{CC}} = 6,178 \times \frac{3,49}{4,22} = 5,109 \text{ m} \quad U_2 = U_1 \frac{R_{CC}}{R_D} = 5,109 \times \frac{0,73}{3,49} = 1,067 \text{ m};$$

$$U_1 + U_2 = 5,109 + 1,067 = U = 6,177 \text{ m}.$$

Observație : Deoarece după echinocții umbrele cresc foarte mult „ieșind" de pe disc, calculul se împarte în 2 perioade: înainte de echinocții și după. Pentru această ultimă perioadă vom marca pe dreapta M'H' lungimea umbrei după echinocții, păstrînd pe disc unghiul $Zm = \varphi$. Pentru cazul b) lungimea umbrei între echinocții (marcajele de pe blocul 5) și punctul T_1 va fi: $U' = 6{,}178 - 4{,}32 = 1{,}858$ m; $U_1' = 1{,}858 \dfrac{3{,}49}{4{,}22} = 1{,}536$; $U_2' = 1{,}536 \dfrac{0{,}73}{3{,}49} = 0{,}321$; $U_{ZT_1} = U_{2Ec} + U_2' = 0{,}747 + 0{,}321 = 1{,}068$; $tgZ_{T_1} = \dfrac{U_{ZT_1}}{R_{CC}} = \dfrac{1{,}068}{0{,}73} = 1{,}4632 \Rightarrow ZT_1 = 55°40'$. Segmentul U_2, după echinocții va fi deci poziționat în punctul J. Și o ultimă observație. În preajma solstițiului de iarnă deoarece umbra $Ec - Si$ măsoară 6,91 m iar segmentul M'N' doar 6,83 m, vom îndoi sfoara BD la jumătate, continuăm procedeul și apoi dublăm pe U_2 pentru a păstra proporțiile. Pentru umbre scurte, Zi rezultă pe disc direct din U și h_G, fără transformarea în U_1 și U_2.

Nota de calcul nr. 8

Suprapunînd pe suprafața laterală a discului umbra U a gnomonului G_3 la un moment oarecare obținem arcul $U = e = R_G . \alpha$ (α fiind unghiul la centru astfel determinat). Pe de altă parte $U = h_{G_3}\, tgZ = (R_D + R_{CC})tgZ$. Egalînd cele două expresii rezultă: $R_D\alpha = (R_D + R_{CC})tgZ$ de unde $\alpha = \left(1 + \dfrac{R_{CC}}{R_D}\right) tgZ$. În cazul nostru $1 + \dfrac{R_{CC}}{R_D} = 1 + \dfrac{0{,}73}{3{,}49} = 1 + 0{,}209 = 1{,}209$ și deci $tgZ = \dfrac{\alpha rad.}{1{,}209}$. Verificare pentru cazul b) nota de calcul nr. 7: La T1 $U = 6{,}1785 \Rightarrow \alpha = 101°42'$, $\alpha rad. = 1{,}77$; $tgZ = \dfrac{1{,}77}{1{,}209} = 1{,}464 \Rightarrow Z = 55°40'$. Considerăm această demonstrație, efectuată cu metodologia zilelor noastre, care folosește arcul și unghiul la centru obținute prin suprapunerea lungimii umbrei gnomonului la un moment dat, pe suprafața laterală a discului, ca o dovadă în plus că avem în față un monument antic cu utilități astronomice.

Nota de calcul nr. 9. (pt. fig. 23a). Fie A vîrful umbrei; $AF = \Delta U$; $OF = R_D$. Triunghiurile AOB, BDC, OEC sînt asemenea. Scriem în triunghiurile AOB și OEC proporționalitatea catetelor. $\dfrac{OA}{OC} = \dfrac{OB}{OE}$ înlocuind rezultă $\dfrac{R + \Delta U}{R} = \dfrac{R}{a}$ sau $aR + a\Delta U = R^2$ dar $\Delta U = h_G \Delta tgZ$ și avem $h_G \Delta tgZ = \dfrac{R^2}{a} - R \Rightarrow \Delta tgZ = \dfrac{R(R-a)}{ah_G} = \dfrac{R}{h_G} \cdot \dfrac{R-a}{a} = \dfrac{R}{h_G} \cdot \dfrac{b}{a} = K \dfrac{b}{a}$ $\Delta tgZ = K \cdot \dfrac{b}{a}$ unde am notat cu $K = \dfrac{R}{h_G} = \dfrac{R_D}{R_D + R_{CC}}$ K = „constanta aparatului" = raportul dintre raza sferei cerești „reduse" (= raza discului) și raza sferei cerești inițiale (= înălțimea gnomonului). Pentru cazul nostru $K = 0{,}827$ ceea ce corespunde cu valoarea în radiani a lui 2ε, adică dublul oblicității eclipticii evident pentru sec. I e.n. Metoda prezintă o serie de variante de calcul.

Nota de calcul nr. 10. Aproximînd unghiul BAO cu 15° (față de 14°56') și unghiul BEc O cu 30° (față de 29°50') se obține $CMEN = CS_V = R_D = 3{,}49$. Pentru cazul b) de la nota de calcul nr. 7 respectiv $Z = 55°40'$, $\delta = 10°$ se obțin pentru valorile:

— calculul cu metodele astronomiei de azi: $\lambda = 64°05'$

— calculul analitic pt. verificarea met. graf. Vitruviu: $\lambda = 64°12'$

— calculul analitic pt. verificarea met. Menaeus oblic: $\lambda = 63°55'$ deci o eroare de aproximativ $\pm 10'$ de arc. Dat fiind aproximările inițiale păstrăm încă o relativă rezervă asupra acestui tip de Menaeus. (fig. 23b).

Nota de calcul nr. 11. (fig. 23c)

$$\cos A_0 = -\frac{\sin\varepsilon}{\cos\varphi} = \frac{0,402}{0,698} = 0,5759 \quad A_0 = 54°50'$$

Verificarea construcției grafice:

$$\cos(\widehat{TOA_p}) = \cos A_0 = \frac{R_D \cdot \sin\varepsilon}{R_D \cdot \sin(\widehat{S_iTO})} = \frac{\sin\varepsilon}{\cos 135°40'} = \frac{0,402}{0,698} = 0,5759$$

LISTA ILUSTRAȚIILOR

FIG. 11 şi 12. Un diametru al discului, materializat prin firul alb, ce are un capăt în centrul unei scobituri, pe partea opusă centrului trece printre alte două scobituri, deci numărul acestora este fără soţ.

FIG. 13. Vederi spre vest a blocurilor 2, 3, 4 şi 5 ale razei de piatră. Se observă marcajele de pe faţa de Est a blocurilor 3 şi 5.

FIG. 14. Marcaj şi lăcaş de „babă" pe faţa de Est a blocului 8.

FIG. 15. Marcaj pe faţa superioară a blocului 9.

FIG. 16. Placă dreptunghiulară de marmură cu marcaj „I".

FIG. 17. Bloc de piatră din zidul ce separă terasa a X-a de a XI-a. Se observă marcajul cu două litere tip .

FIG. 18 şi 19. Piesă T de marmură cu marcaj pe bara superioară a Te-ului.

FIG. 20 Compase dacice: a), b) şi c) Compas dacic tip „pantograf". Material pus la dispoziţie prin deosebita amabilitate a dr. Ioan Glodariu. d) şi e) Reproducere după Ioan Glodariu şi Eugen Iaroslavschi „Civilizaţia fierului la daci".

FIG. 21. Determinarea distanţei zenitale a soarelui la un moment dat pe discul de andezit cu ajutorul umbrei gnomonului G3. a) Descompunerea umbrei gnomonului G3=4,22 m (la un moment oarecare T al anului) în două umbre: umbra unui gnomon egal cu raza discului, notată U1 şi umbra unui gnomon egal cu raza cercului central, notată U2. b) Calculul grafic al umbrei U1. c) Calculul grafic al umbrei U2. d) Determinarea distanţei zenitale a soarelui folosind raza cercului central şi umbra U2.

FIG. 22. Calculul grafic pe disc pentru: a) declinaţia soarelui corespunzătoare momentului T. b) latitudinea locului (se determină Zmax. la solstiţiul de iarnă; ε a fost construit pe disc φ =Zmax. — ε). c) distanţa zenitală minimă (solstiţiu de vară) Zmin.= — . d) momentul echinocţiilor Zm= .

FIG. 23. a) Calculul distanţei zenitale Zi utilizînd vîrful umbrei gnomonului şi dubla proiecţie stereografică. b) Menaeus „oblic" construit pe disc şi calcului grafic a poziţiei pe ecliptică a soarelui pentru un moment oarecare T. c) Calculul grafic pe disc a azimutului punctului în care soarele apunea în epocă la solstiţiul de iarnă.

BETRACHTUNGEN ZUR MÖGLICHEN ASTRONOMISCHEN DEUTUNG DES ALTARS AUS SARMIZEGETUSA REGIA

(Zusammenfassung)

Eine Serie von antiken Schriftquellen berichten von astronomischen Beschäftigungen der Daker. Wir haben uns vorgenommen, möglichen Spuren einer solchen Tätigkeit in ihrem wichtigsten politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Zentrum, Sarmizegetusa-Regia. nachzugehen. Dieses auch aus dem Grunde, weil in keiner anderen historischen Epoche ein gewisser Typus von Kenntnissen im sozialen Raum den wir betrachten gleich verbreitet waren. Die fortschrittlichsten Kenntnisse waren aber nur einem engen Kreise vorbehalten — im Altertum häufig mit ezoterischem Charakter. Wir werden im folgenden einige Argumente für die Hypothese vorstellen, daß die Daker auch das Gnomon und die Sonnenuhr verwendeten, wie es scheint in einer originelen Weise.

I. *Der Rahmen und Kultstätte.* Ohne einen Einzelfall im geistigen Leben der Geto-Daken darzustellen, sind die Kultstätten aus Sarmizegetusa-Regia die größten und — von allen bißher bekannten — die am sorgfältigsten ausgeführt (Abb. 1). Unter diesen Kultstätten finden wir am eigentümlichsten den unter dem Namen „Andesitsonne" bekannten Altar, der das Objekt der vorliegenden Studie bildet (Abb. 3).

II. *Der Mittagskreis (Meridian) der Stätte.* Man hat bis vor kurzem einer Komponente des Altars keine Aufmerksamkeit geschenkt und zwar einer Verlängerung des runden Altars, die ebenfalls aus Andesitquadern sind, die eine Gesamtlänge von 9,60 m hat und deren Breite progressiv mit der Entfernung vom Diskus kleiner wird. Im folgenden werden wir diese mit „Strahl der Andesitson-

ne" bezeichnen. Bestimmungen mit moderner Technik aber auch mit solcher aus der damaligen Zeit (der Schatten eines Gnomons am Mittag) bestättigten die Annahme, daß die Reihe von Steinquadern den Mittagskreis der Stätte bezeichnet und genau in die Richtung Nord-Süd ausgerichtet ist (Abb. 4,5).

III. *Tagundnachtgleiche und Sonnenwende. Die Oblizität der Ekliptik.* Auf der Oberfläche des Diskus ist durch Vertiefungen ein Kreis mit dem Radius von 3,04 m markiert. In diese Vertiefungen wurden im Altertum Marmoreinsätze in Form des griechischen Buchstabens „T" gestellt. Der Radius dieses Kreises nehmen wir als Höhe eines Gnomons an und errechneten den Wert des Winkels der Oblizität der Ekliptik, vor ungefähr 2.000 Jahren mit ungefähr 24°. Dieser Wert findet sich wieder bei mehreren Solarkultstätten des Altertums die in unserem Land entdeckt wurden. Bei diesen wurde festgestellt (Rechenanm. 2), daß für ein solches Gnomon die Differenz zwischen der Länge der Schatten der Sommersonnenwende und Wintersonnenwende gleich ist mit dem Durchmesser des Kreises. Diese Tatsache ist ein erster Beweis, daß die Größe des Diskus und des Kreises mit den „T" — förmigen Einsätzen nicht zufällig sind. Mehr noch, die Beziehung zwischen dem Radius des mittleren kleinen Kreises auf dem Diskus mit dem Radius von diesem, ermöglicht die Bestimmung des Winkels der Oblizität der Ekliptik (Rechnungsanm. Nr. 3), durch eine stereographische Projektion des Hipparch, die von den Griechen schon 200 Jahre vor dem Bau der dakischen Heiligtümer in Sarmizegesa angewandt wurde (Abb. 7 b, c, d).

IV. *Das Analem.* Ein Blick auf die Literatur des Altertums führt uns zu Vitruvius, der im IX. Buch seiner Abhandlung über die Architektur „Über das Messen der Zeit" das Analem einer Sonnenuhr beschreibt (Abb. 8). Der Kreis des Analems, der mit „Menaeus" bezeichnet ist, bildet für unsere Erörterungen einen wichtigen Anhaltspunkt. Dieser stellt die Ekliptik dar, deren Durchmesser Vitruvius nach der Ermittlung der Oblizität der Ekliptik, erhält, indem er die Länge des Kreises in 15 Teile einteilt.

V. *Das Menaeus auf dem Diskus.* Wir argumentieren daß ein menaeus auf dem Andesit-Diskus dargestellt werden kann, wo der kleine Kreis aus der Mitte die Oblizität der Ekliptik angibt (Abb. 9a), was uns ebenfalls auf dem Diskus ermöglicht die Position auf der Sonnenekliptik oder die Deklination an einem gewissen Zeitpunkt zu bestimmen. Das ganze kann nicht einzeln bestimmt werden, sondern ist eins vom anderen abhängig.

VI. *Der Diskus und der Strahl der Andesitsonne.* Um diese Unbestimmbarkeit zu überbrücken, werden wir die Höhe eines Gnomons errechnen, für das die Schattenvariation zwischen den Sonnenwenden, im Sommer und im Winter, gleich mit der Länge des Strahls der Andesitsonne ist, der von der Erbauern der Antike nach Norden ausgerichtet wurde. Man konnte also die Variation der Länge dieses Schattens am Mittag verfolgen. Unsere Ermittlungen (Rechnungsanm. Nr. 4) ergaben die Höhe des Gnomons, die gleich mit dem Radius des Diskus plus der Radius des mittleren Kreises ist. Dieses ist ein Beweis, für das Vorhandensein einer Beziehung zwischen den einzelnen Kreisen auf dem Diskus und der Quaderreihe, die den Mittagskreis der Stätte angibt (Abb. 10a).

VII. *Der Kreis mit den „T" Einsätzen.* Mehr noch, die Länge des Kreises mit den „T" Figuren ist praktisch gleich mit den doppelten Länge des Strahls der Andesitsonne, also mit der Distanz, die die Schattenspitze des Gnonoms in einem tropischen Jahr durchwandert (Abb. 10b). Die „T" Figuren konnten somit Zeitabstände punktieren. Weil bei der Entdeckung die Hälfte des Diskus zerstört war, versuchten wir die ursprüngliche Anzahl der „T" Figuren zu bestimmen und kamen zu dem Ergebnis, daß es sich um eine ungerade Zahl gehandelt haben muß und zwar im Interval zwischen 69—73 (Abb. 11).

VIII. *Die Punkte der Tagundnachtgleiche.* Da wir die Sonnensonnenwende am Ende des Steinstrahls der Andesitsonne ansehen, zeigen unsere Rechnungen (Rechenanm. Nr. 6), daß die Punkte der Tagundnachtgleiche auf den Quader Nr. 5 fallen, genau an jene Stelle, wo ein Zeichen in Form von zwei Parallelen eingemeißelt ist (Abb. 13). Wir nehmen an, daß sie von den Erbauern des Altertums auch zu diesem Zwecke angebracht wurden. Gleiche Markierungen gibt es noch auf den Steinquadern Nr. 3, 7, 8, 9 und 12, jene zwischen 13—15 sind stark abgebröckelt, so daß man die Vertiefungen nicht mehr erkennen kann. Es ist bekannt, daß der Schatten eines Gnomons nicht nur im klassischen Altertum, sondern auch später auch außerhalb dieses Kulturkreises in Einheiten eingeteilt wurde. Für eine solche

Möglichkeit wurde im Kontext des Sternbildes vor ungefähr 2.000 Jahren, die Stellung der Sonne und die astronomischen Ereignisse, die den Steinzeichen auf den Quadern entsprechen, die den Weg des Mittagsschattens eines Gnomons während eines tropischen Jahres angeben, analysiert.

IX. *Die Plejaden oder Siebengestirn.* Aus Platzmangel verweilten wir in unserer Analyse mehr bei den Zeichen des Quaders Nr. 3, die den Einzug der Sonne in die Konstellation des Stiers angeben und zwar 69 Tage von der Sommersonnenwende. Unsere Berechnungen wurden durch eine Simulation auf dem künstlichen Sternhimmel des Planetariums der Mathematik Hochschule in Bukarest geprüft. Diese bestätigen den Untergang der Sonne in dem Schwarm der Plejaden, der ersten Sternformation im Sternbild des Stieres. Die Plejaden hatten eine dominante Rolle innerhalb der antiken Astronomie und wurden von allen Völkern berücksichtigt (Anm. 20). Wir finden sie also auch bei den Dakern bestätigt. Mehr noch, die Plejaden, die man bei uns im Volk „die Henne mit den Kücken" nennt, sind auch heute noch, im 20. Jr. das bedeutendste Sternbild bei den rumänischen Bauern (Anm. 23). So rundet sich das Bild ab: die astronomischen Kenntnisse der Daker über dieses Sternbild (mit praktischen Folgerungen) überschreiten nicht den Rahmen der allgemeinen Kenntnisse in der Astronomie zeitgleicher Völker. Andererseits können die noch heute bestehenden Kenntnisse bei den Landwirten über die Sternkonstellation nur von denen stammen, die sie durch jahrhunderte und jahrtausendealte Kontinuität ermittelten: den Vorfahren.

X. *Markierungen und Buchstaben.* Das Vorhandensein dieser Zeichen auf den Steinquadern der Verlängerung des Diskus, reaktualisiert die Disskusion um die Buchstaben auf den Steinblöcken der Mauer, die die XI. Terasse von der oberen trennt. Bisherige Hypothesen nahmen an, daß es sich um eine mathematisch-astronomische „Legende" der ganzen Kultstätte handle. Dies unterstützt unseres Erachtens auch die Entdeckung von Zeichen mit astronomischer Bedeutung auf der Verlängerung des Diskus und die Tatsache, daß die oben erwähnte Mauer ebenfalls eine Nord-Süd Ausrichtung hat, also konnte diese zur Aufzeichnung verschiedener Sternbilder dienen. Dazu kommt noch die unlängst gemachte Entdeckung eines „T" Marmoreinsatzes, die ein graphisches Zeichen am oberen Teil hat. All dieses bekräftigt die Hypothese und weist auf das Vorhandensein in dem Kultkomplex einer mathematisch-astronomischen Legende, die in griechischen Buchstaben aufgezeichnet, in unbekannten graphischen Zeichen oder in dem schon erwähnten Typ zweier paralleler Linien „II" (Abb. 18, 19 und 20).

XI. *Der Zirkel.* Das Instrument wurde schon in der griechisch-römischen Welt verwendet und war auch bei den Dakern bekannt (Abb. 21). Ein dritter Typ hat auch die Kennzeichen eines Panthographs, war mit besonderer Sorgfalt gearbeitet und hatte besonders kleine Dimensionen (5,5 cm), was uns auch die hohe Kunstfertigkeit der dakischen Meister beweist. Unseres Erachtens nach wurden solche Instrumente — von entsprechender Größen — auch in den Messungen und astronomischen Ermittlungen auf dem Andesit-Diskus verwendet.

XII. *Die Ermittlung der Zenitdistanz auf dem Diskus.* Um die Deklination der Sonne und die Position dieser auf ihrer Ekliptik (Paragraph V) indirekt zu ermitteln, haben wir auf dem Diskus eine einfache Methode für die Ermittlung der Zenitdistanz Zi des Gestirns angewandt: den Zirkel, ein Lineal (= Strick), Teile der Diskuseigenschaften und die Länge des Gnomons $h_G = R_D + R_{CC} = 4{,}22$ m. Von dieser letzten ausgehend kann man der Reihe nach, durch einfache graphische Konstruktionen ermitteln: die Länge des Schattens in dem betreffenden Momment, für ein mit derselben Länge wie den Radius des Diskus ($R_D = 3{,}49$) und dann auch die Länge des Schattens für ein Gnomon mit derselben Länge wie der Radius des mittleren Kreises ($R_{CC} = 0{,}73$), der die zenitale Distanz, Zi, ermittelt; der Winkel wird dabei vom Kreismittelpunkt angegeben. So kann man im folgenden die Stellung der Flächen ( ) inklussiv die Deklination und Position auf der Ekliptik ermitteln. Es gibt in dieser Hinsicht auch andere Methoden, doch wir wählten aus, um nicht vielleicht das Niveau der damaligen Kenntnisse zu überschreiten. Es ist noch hervorzuheben, daß der Diskus ohne jedwelche Modifizierung auch in anderen Breiten verwendet werden konnte.

XIII. *Kurze Schlußfolgerungen und einige angeschnittene Probleme.* Es wurden einige Argumente zur Untermauerung der Hypothese erbracht, daß unsere Vorfahren ein Gnomon verwendeten und einen Typus von origineller Sonnenuhr, die teilweise auch als Astrolab verwendet werden konnte. Schlußfolgernd möchten

wir hervorheben, daß die Daker das Sternbild in 10 Einheiten und nicht in 12 einteilten, wie die meisten Völker der Antike und mit einfacher Handhabung im Vergleich zur griechischen Sonnenuhr vom Typ skaphe mit denselben Performanzen. Eine andere Methode betrachtet den Diskus als einen Zylinder mit einer sehr kleinen Höhe (30 cm). Wenn ein Strick gleich der Länge des Schattens des Gnomons in einem bestimmten Momment auf die Seitenfläche des Diskus gelegt wird, verwandelt er sich in einen Kreisbogen mit derselben Länge, mit einem entsprechenden Winkel im Zentrum des Diskus. Es beweist sich hiermit, dass die Zenitaldistanz mit diesem Kreisbogen und dem entsprechenden Winkel berechnet werden kann. (Rechnung nr. 8).

Der Zenitabstand kann noch durch (Methode III) doppelte stereographische Projektion berechnet werden. Es werden noch die Ost- und Westpunkte der Sonnenwende berechnet (Rechnung nr. 9, 10, 11).

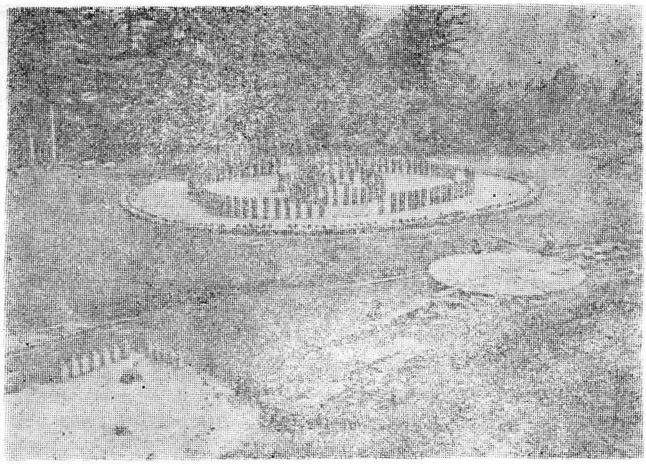


Fig. 1

Fig. 2

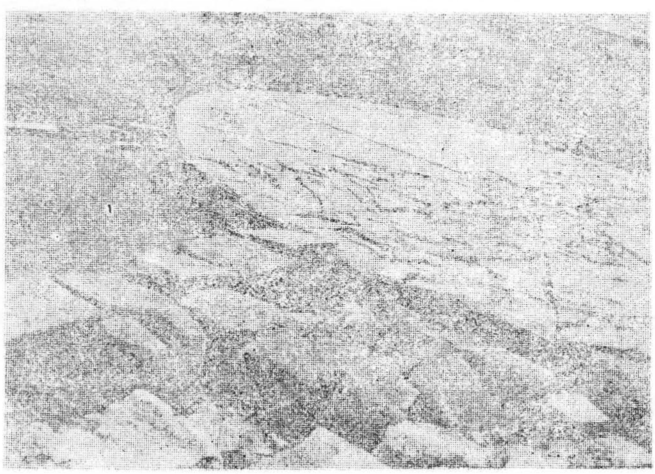


Fig. 3

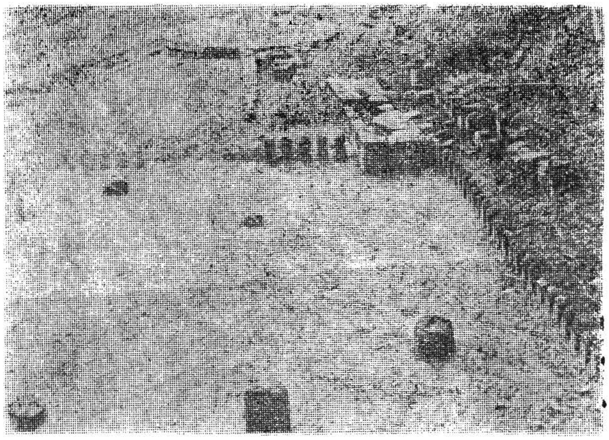


Fig. 4

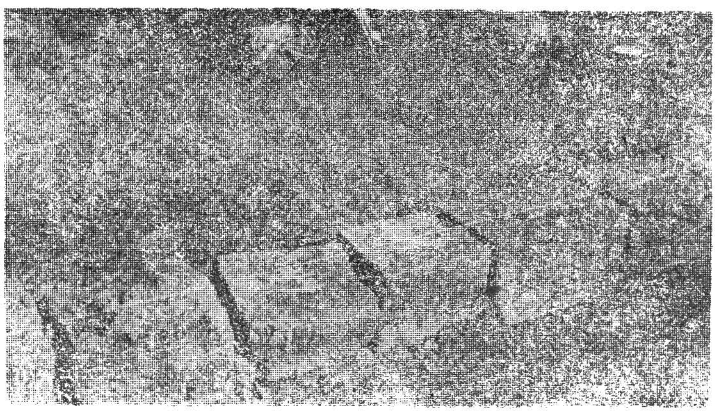


Fig. 5

Fig. 6

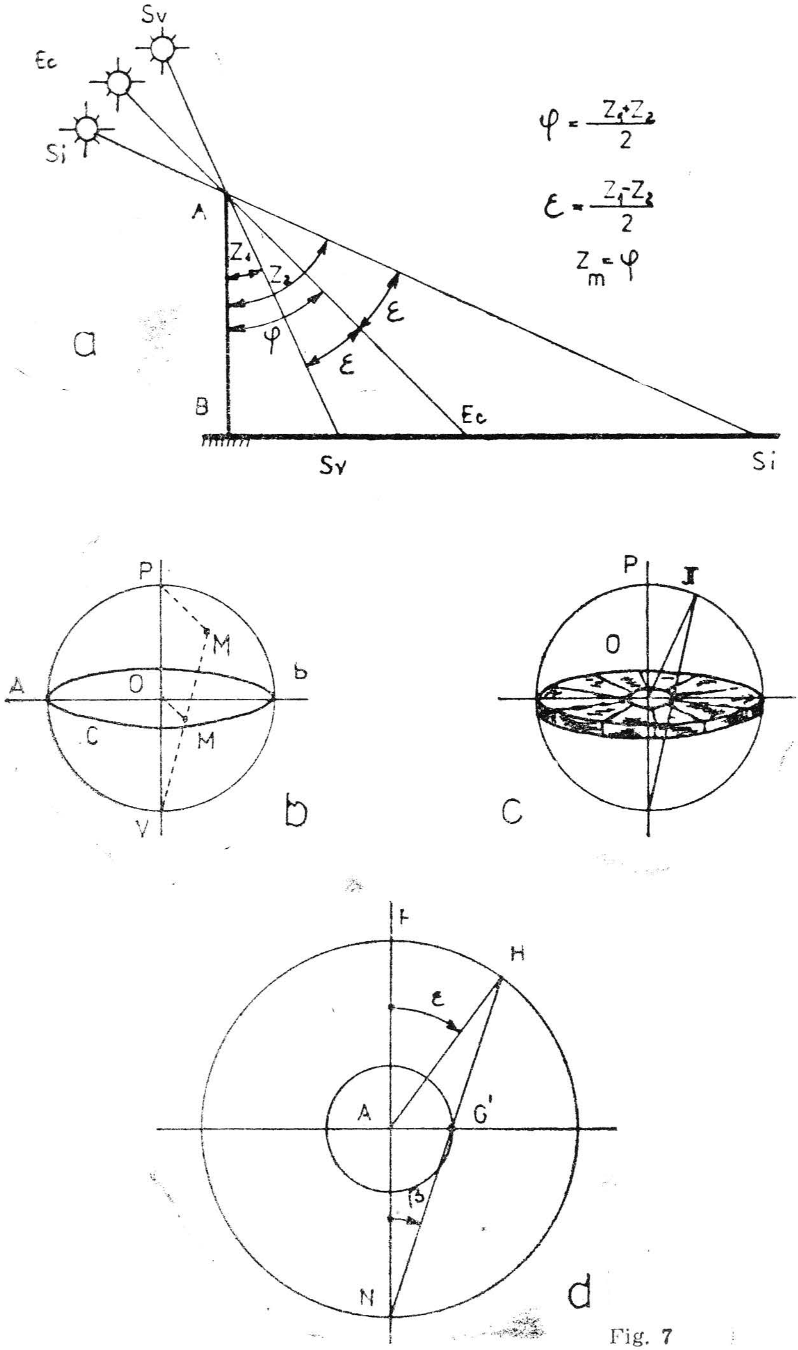

Sv
Ec
Si
$\varphi = \frac{Z_1+Z_2}{2}$
$\varepsilon = \frac{Z_1-Z_2}{2}$
$Z_m = \varphi$
A
Z_1
Z_2
φ
ε
ε
a
B
Ec
Sv
Si
P
M
A
O
b
C
M
V
b
P
II
O
c
F
H
ε
A
G'
β
N
d

Fig. 7

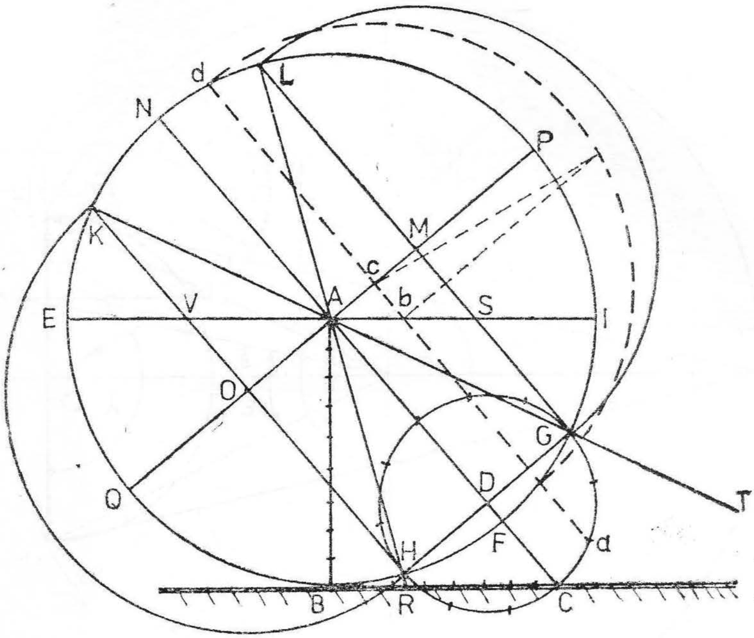


Fig. 8

ANALEMA
după VITRUVIU

PROIECTIA SFEREI CERESTI PE UN PLAN PERPENDICULAR PE LINIA NODURILOR ECLIPTICII (PLANUL UNUI CADRAN SOLAR)

AB = GNOMONUL
BR = UMBRA GNOMONULUI LA SOLSTITIUL DE VARA,
BC = UMBRA GNOMONULUI LA ECHINOCTII
BT = UMBRA GNOMONULUI LA SOLSTITIUL DE IARNA
AP = AXA LUMII
NF = ECUATORUL CERESC
LH = ECLIPTICA
EI = ORIZONTUL LOCULUI
GHC = "MENAEUS", CERCUL AUXILIAR;
- IMPARTIT IN 365 PARTI, PERMITE, PENTRU O DATA FIXA, SA SE DETERMINE PROIECTIA TRAIECTORIEI DIURNE A SOARELUI;
- IMPARTIT IN 360° PERMITE DETERMINAREA POZITIEI SOARELUI PE ECLIPTICA

DESENUL RECONSTITUIE, INCLUSIV SEMNELE DISTINCTIVE, UNA DIN FIGURILE ORIGINALE ALE LUI VITRUVIU

LINIILE PUNCTATE SI LITERELE MICI SINT ADAUGIRI EXPLICATIVE

REPRODUCERE DUPA VITRUVIU "DESPRE ARHITECTURA"
TRADUCERE DE G M CANTACUZINO, T COSTA SI G IONESCU EARPR 1964

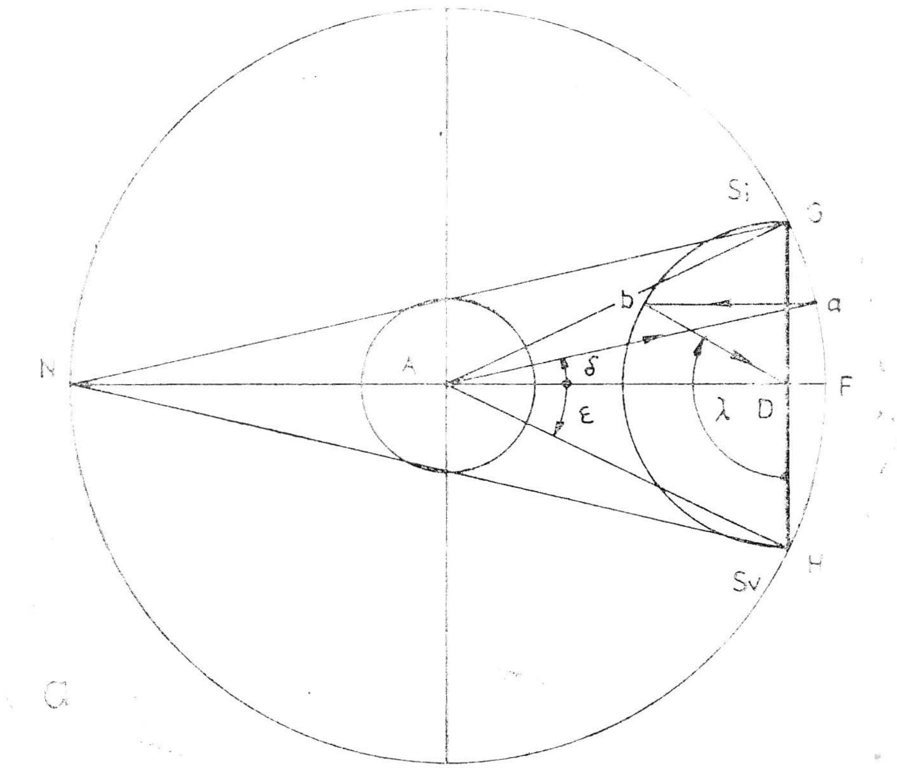
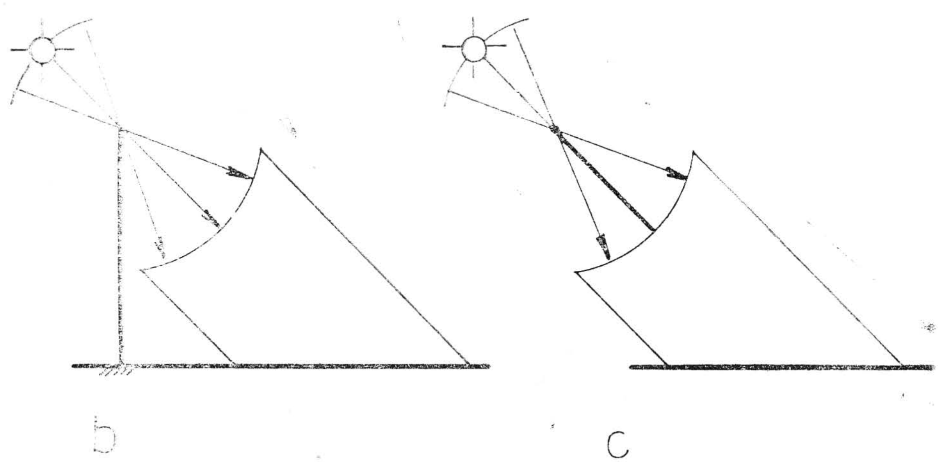
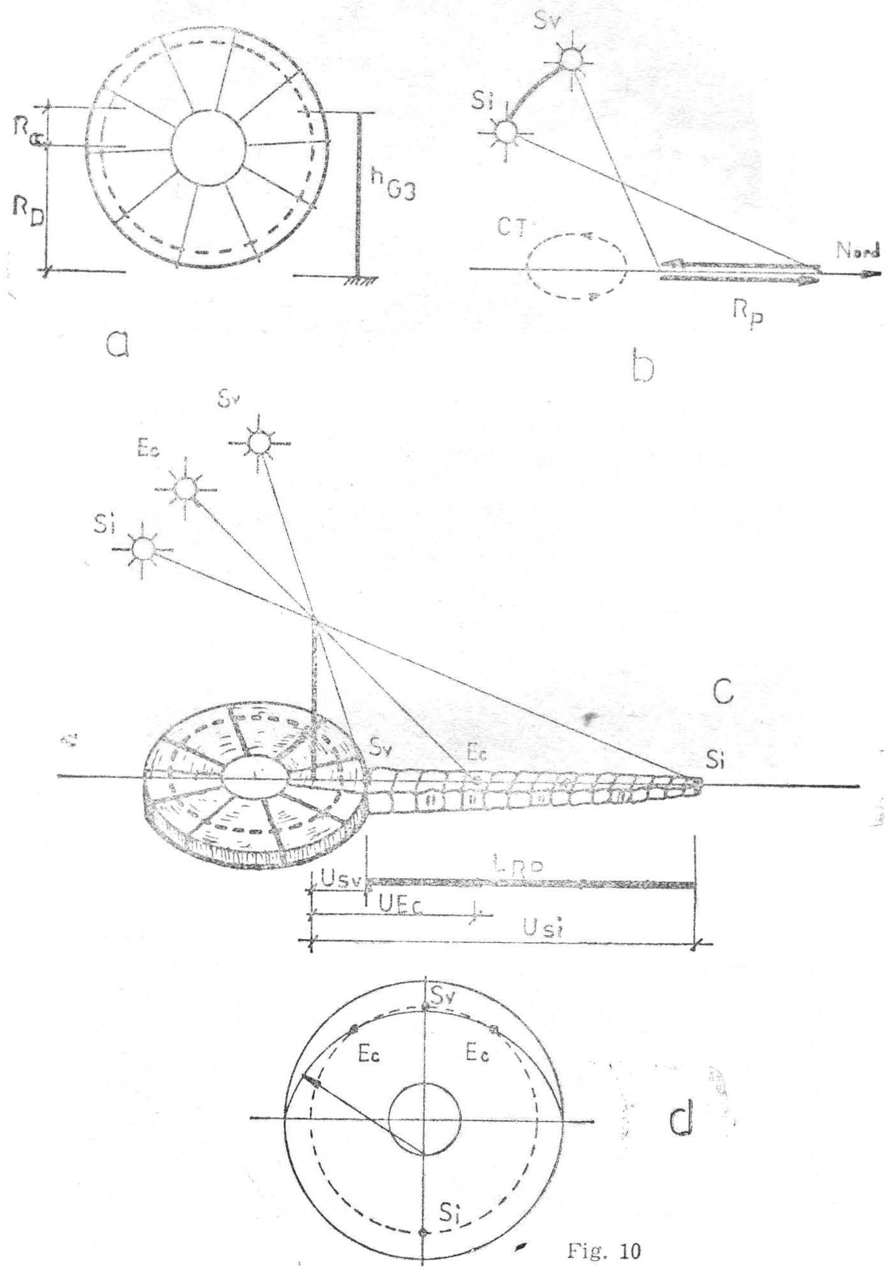


Fig. 9





RD
hG3
a
Sv
Si
CT
Nord
Rp
b
Sv
Ec
Si
C
Sv
Ec
Si
Usv
UEc
Usi
Sv
Ec
Ec
Si
d

Fig. 10

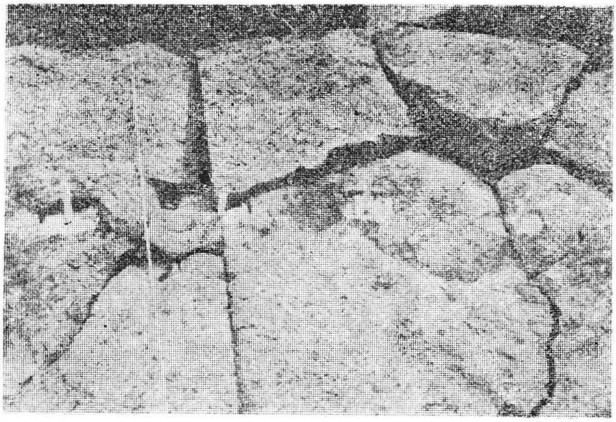


Fig. 11

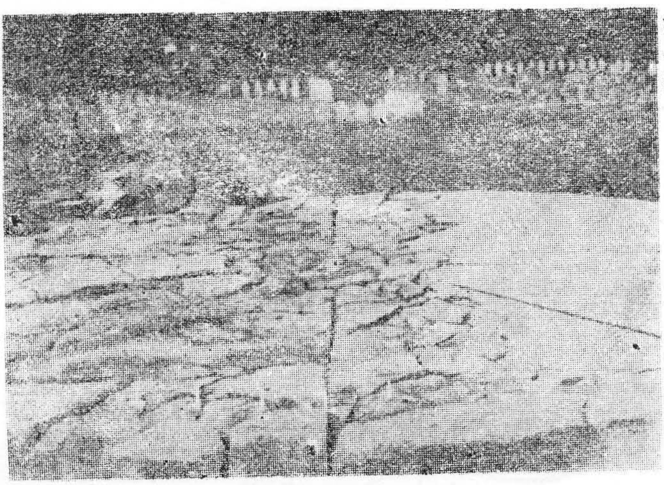


Fig. 12

Fig. 13

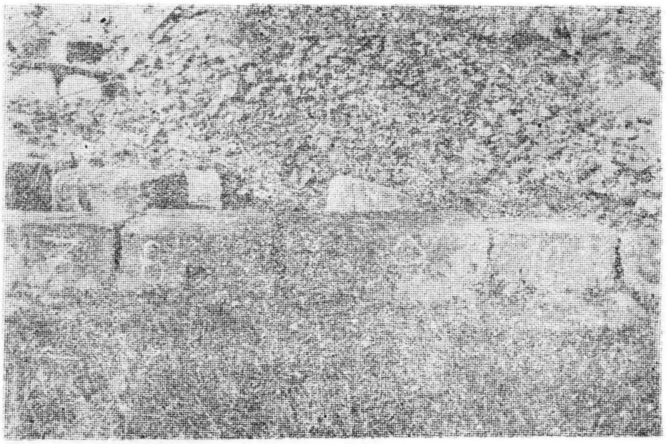


Fig. 14

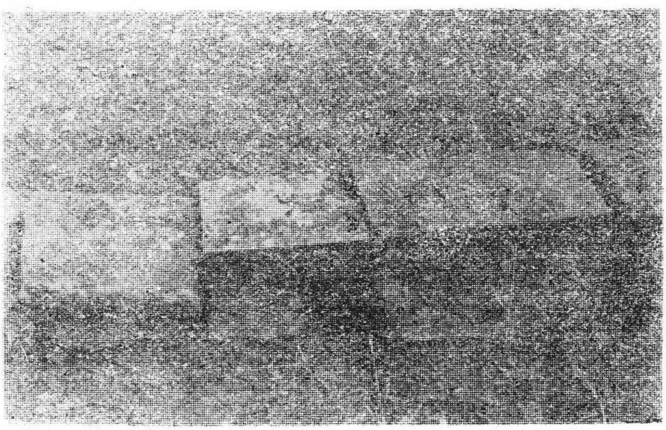


Fig. 15

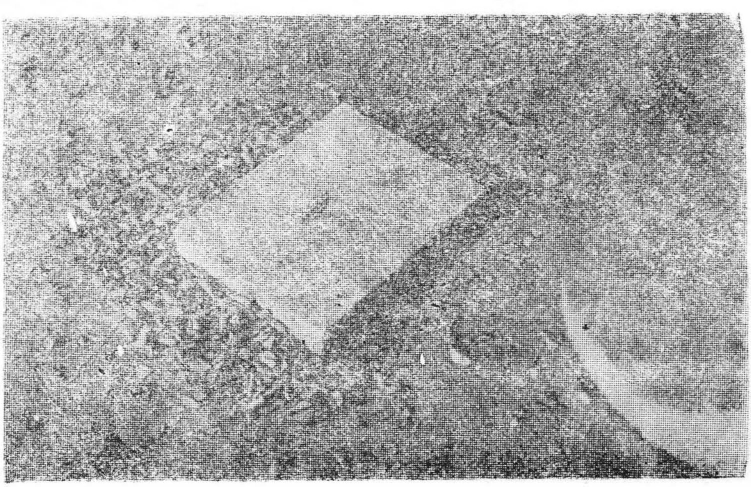


Fig. 16

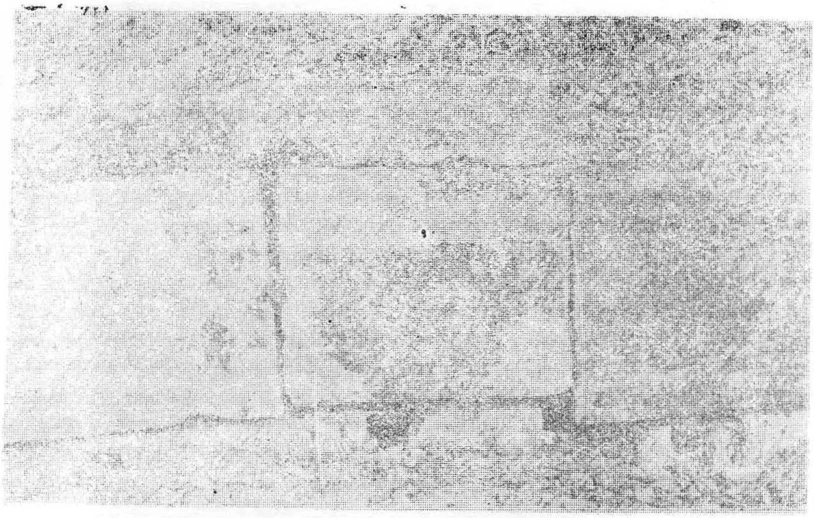


Fig. 17

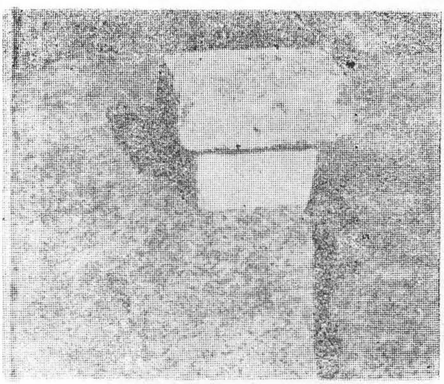


Fig. 18

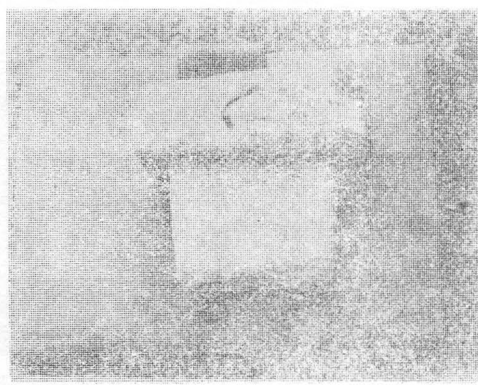


Fig. 19

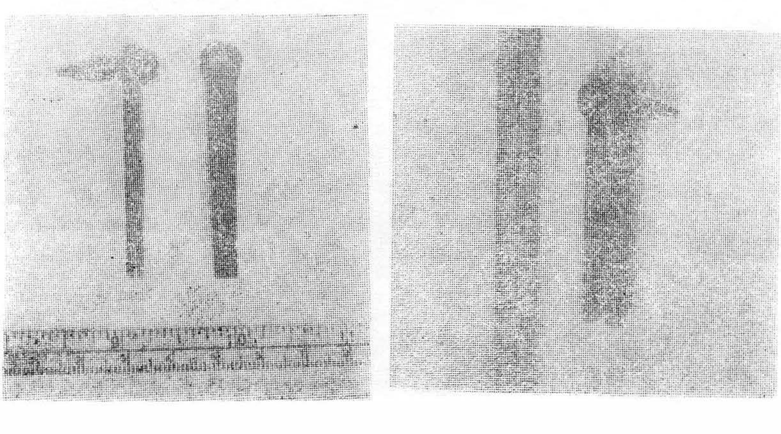


Fig. 20 a

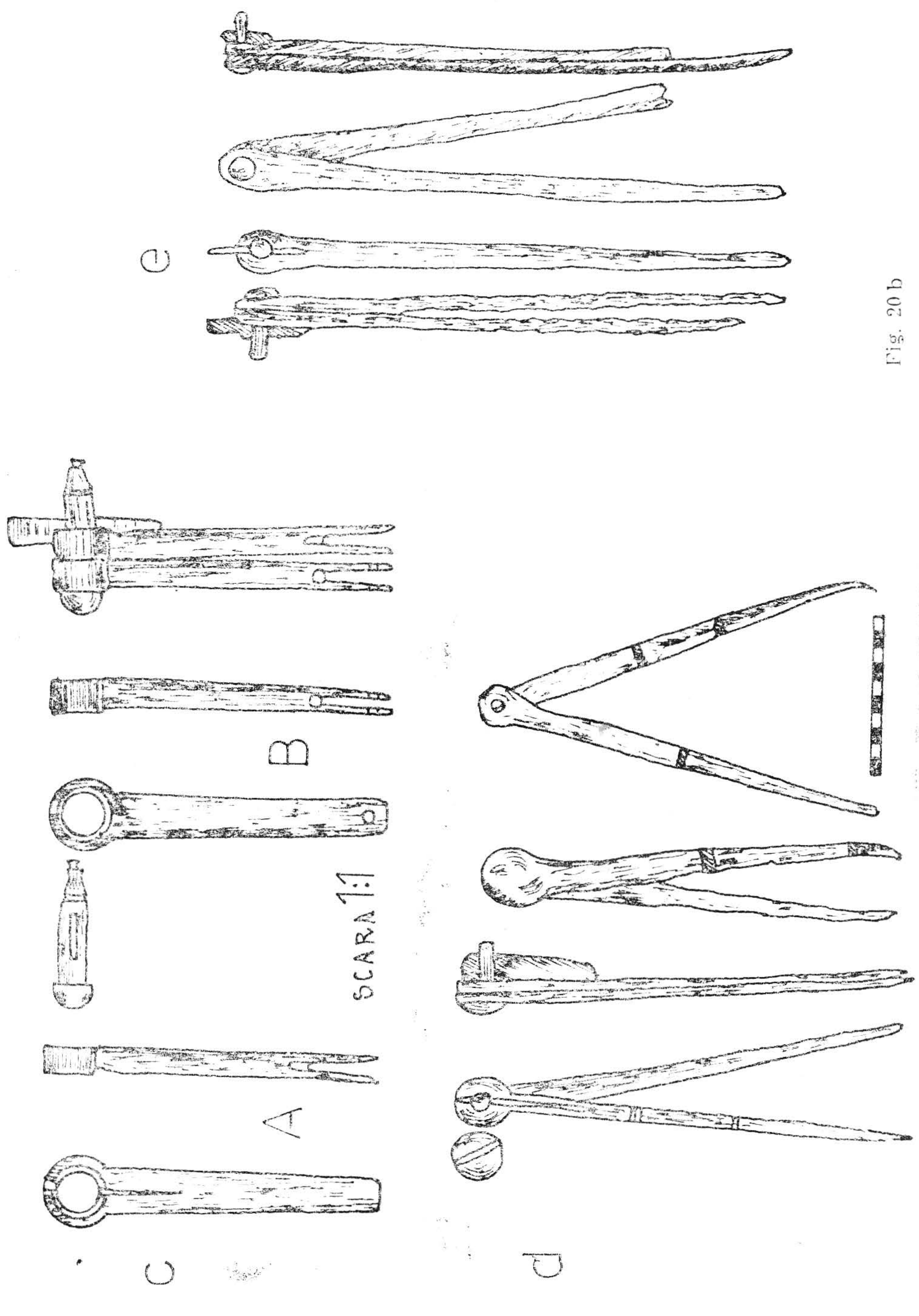


Fig. 20 b

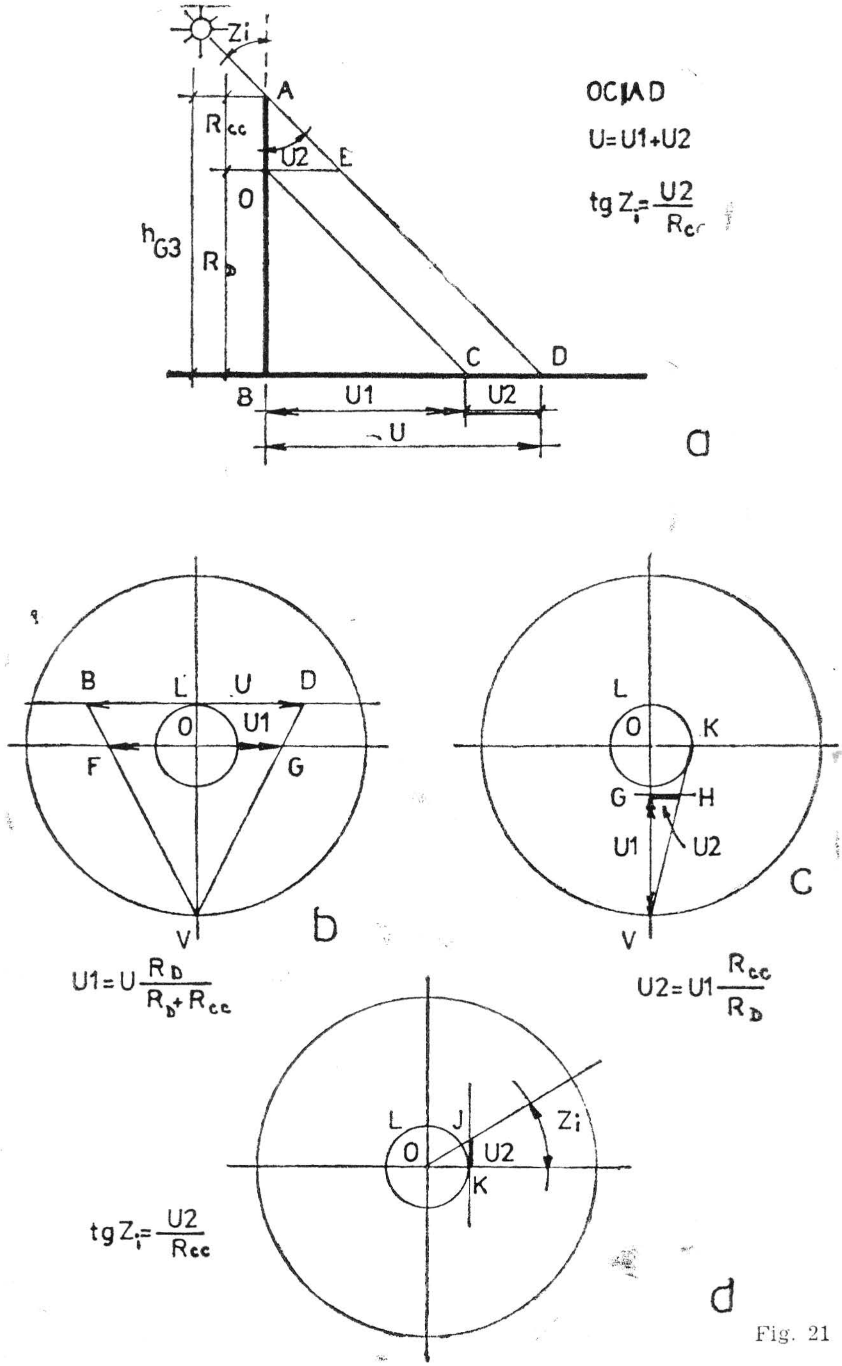

Zi
A
R_{cc}
U2
E
O
h_{G3}
R_D
C
D
B
U1
U2
U
OC∥AD
U=U1+U2
$tg\, Z_i = \frac{U2}{R_{cc}}$
a
B
L
U
D
O
U1
F
G
V
b
$U1 = U \frac{R_D}{R_D + R_{cc}}$
L
O
K
G
H
U1
U2
V
C
$U2 = U1 \frac{R_{cc}}{R_D}$
L
J
Zi
O
U2
K
$tg\, Z_i = \frac{U2}{R_{cc}}$
d

Fig. 21

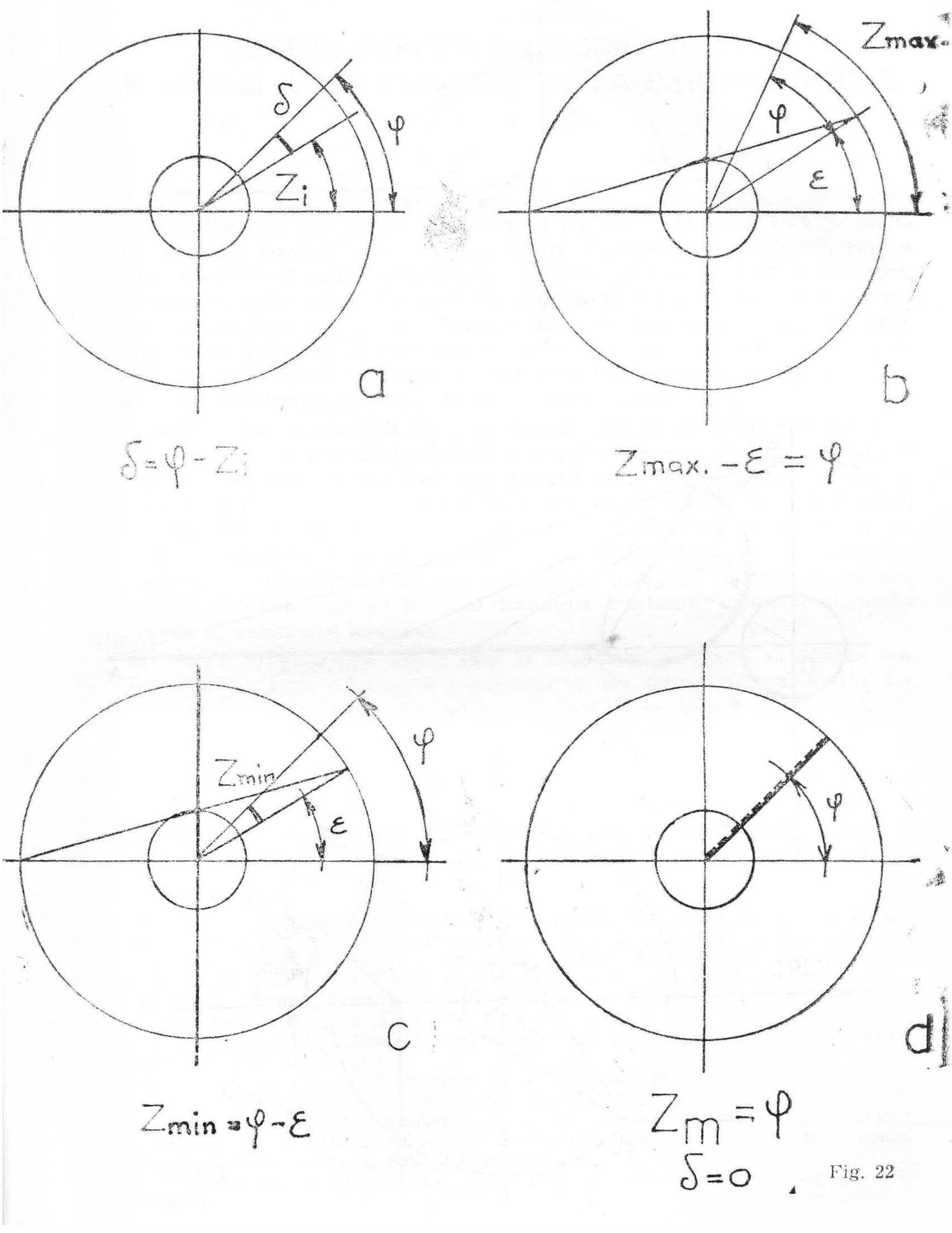

δ
φ
Z_i
a
$\delta = \varphi - Z_i$
Zmax.
φ
ε
b
$Z_{max.} - \varepsilon = \varphi$
φ
Zmin
ε
c
$Z_{min} = \varphi - \varepsilon$
φ
d
$Z_m = \varphi$
$\delta = 0$

Fig. 22

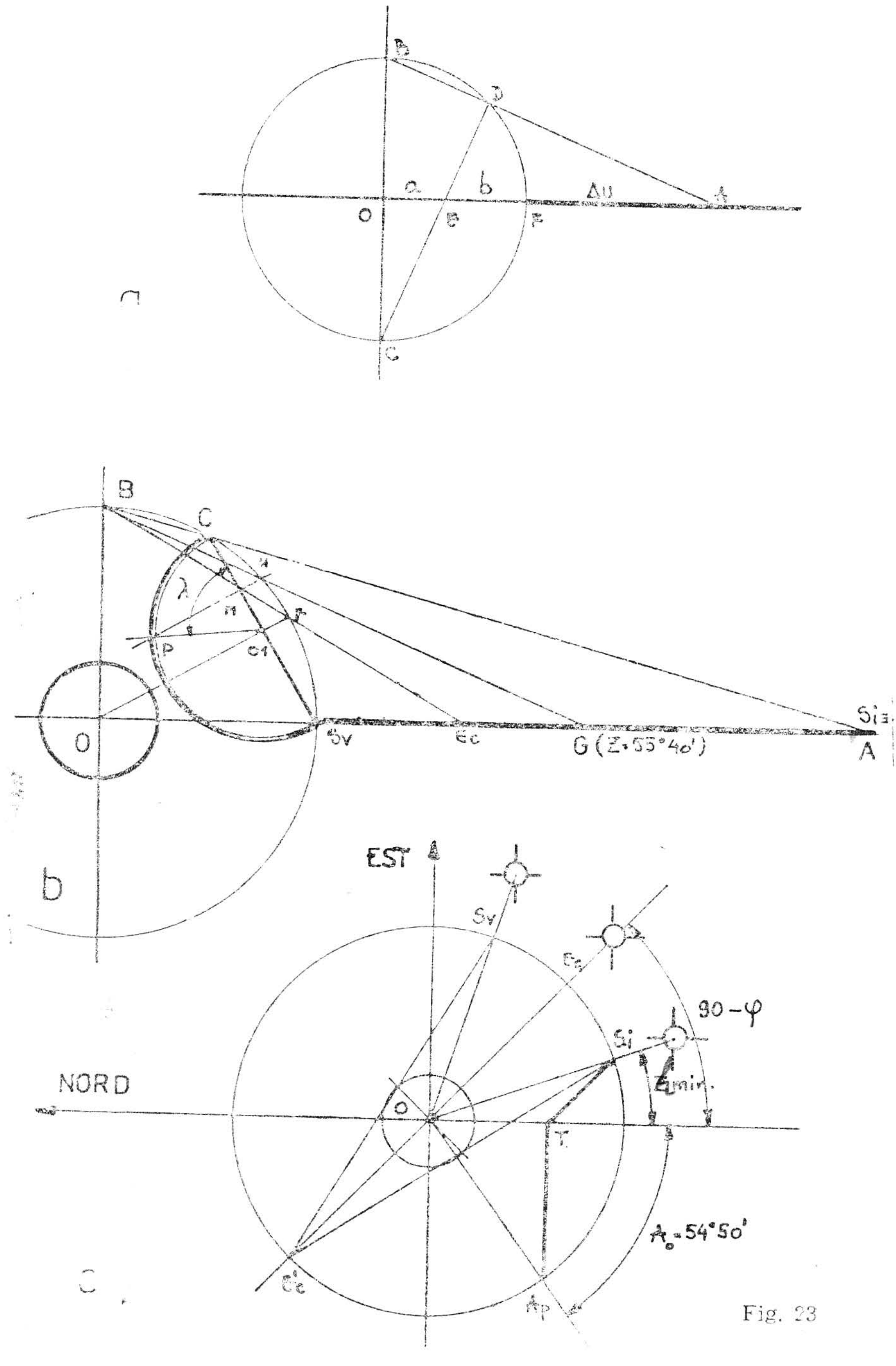


Fig. 23